

Proyecto de Final de Carrera
Ingeniero Industrial

Estudio de la viabilidad de aplicación de sistemas de medición de nivel de llenado en contenedores de ropa usada

MEMORIA

Autor:
Director:
Convocatoria:

Javier Barberán Sánchez
Jorge Costa Rodríguez
Febrero 2017



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



RESUMEN

La actual planificación de la recogida de contenedores de ropa usada en la zona de Barcelona y alrededores se centra en rutas predefinidas basadas en la experiencia. Esto hace que haya costes innecesarios. Igualmente, el equipamiento está infrautilizado y se ofrece un servicio de mejorable calidad a los ciudadanos. En muchas ocasiones se recogen contenedores vacíos lejos del punto óptimo de recogida y se desconoce si los contenedores están desbordados, dos circunstancias que no sólo provocan sobrecostes sino también malestar entre los ciudadanos.

A lo largo del proyecto se estudiarán los tipos de sensores factibles para la recogida y se analizarán 6 proveedores, para determinar la viabilidad de implementar un sistema de monitorización de los contenedores en las recogidas de ropa usada.

Partiendo de la situación actual, se analizan los costes de la gestión de las recogidas, tanto en cuanto a personal como en cuanto a mantenimiento y combustible se refiere.

A partir de este punto, se plantean re-planificaciones de las rutas de recogida (número contenedores incluidos, y frecuencia de recogida), con la consiguiente reducción de los costes en carburantes y recursos humanos. Para la realización del estudio, se analizarán dos posibles casuísticas. Una será una zona con una alta densidad de población y contenedores próximos entre sí, y la otra será una zona con baja densidad de población y contenedores alejados el uno del otro.

Se verá cómo el ahorro puede llegar a ser, para la primera de las zonas, de 1.700 euros anuales, y para el segundo caso se puede hablar de un ahorro de hasta 29.500 euros anuales.

Por lo tanto, además del ahorro económico que esto supone, la optimización de las rutas y frecuencias (y por tanto, el ahorro de kilómetros realizados, emisiones, y consumo de combustible que esto conlleva) hace que la implementación de sensores ultrasónicos para la recogida de contenedores de ropa usada sea, además de una opción viable, una solución altamente recomendable.

SUMARIO

RESUMEN.....	1
SUMARIO.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 Objetivos del proyecto	5
1.2 Alcance del proyecto.....	5
2. TIPOS DE SENSORES	7
2.1 Sensores fotoeléctricos	7
2.2 Sensores ultrasónicos	8
3. ELECCIÓN DEL TIPO DE SENSOR	11
3.1 ¿Fotoeléctrico o ultrasónico?.....	11
3.2 Compatibilidad con la geometría del contenedor	14
4. PROVEEDORES DE SENSORES.....	19
5. ANÁLISIS DE COSTES DE LA RECOGIDA DE RESIDUOS.....	23
5.1 Gastos de personal	26
5.2 Gastos de combustible	27
5.3 Gastos de mantenimiento de vehículos.....	28
6. AHORRO DE COSTES	31
6.1 Zona Badalona.....	31
6.1.1 Costes asociados a la recogida	31
6.1.2 Ahorros debidos a la instalación de sensores	35
6.1.3 Gasto en sensores y mantenimiento	38

6.1.4 Viabilidad de la implantación de sensores y retorno de la inversión	39
6.2 Zona Penedés	41
6.2.1 Costes asociados a la recogida	41
6.2.2 Ahorros debidos a la instalación de sensores	43
6.2.3 Gasto en sensores y mantenimiento	46
6.2.4 Viabilidad de la implantación de sensores y retorno de la inversión.....	47
7. IMPACTO AMBIENTAL	49
8. CONCLUSIONES	51
9. AGRADECIMIENTOS	53
10. BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXO A. RUTAS DE RECOGIDA POR ZONA.....	57
A.1 Zona Badalona	57
A.2 Zona Penedés	60
ANEXO B. DATOS DE LOS DIFERENTES MUNICIPIOS.....	69
ANEXO C. COSTES DE LAS RUTAS ZONA PENEDÉS	71
ANEXO D. PRESUPUESTO	73

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace unos años, son varias las empresas que están destinando una parte de sus recursos a la realización de pruebas para estudiar el comportamiento de los sensores volumétricos aplicados al análisis del llenado de contenedores de residuos.

Sin embargo, la mayoría de estos esfuerzos han ido destinados a contenedores de papel, vidrio, plástico... pero la aplicación de ésta tecnología en contenedores de recogida de ropa aún está poco desarrollada. Debido a que es una labor de beneficio social, es importante optimizar la recogida de los mismos para intentar ahorrar costes y ganar tiempo para poderlo dedicar a otros proyectos.

1.1 Objetivos del proyecto

Durante el proyecto, se analizarán los tipos de sensores que hay en el mercado para poder decidir cuál se adapta mejor a las necesidades que existen.

Se estudiará la viabilidad de usar estos sensores para recoger tejidos, y el correcto funcionamiento en función de la geometría del contenedor.

Además, conocer el procedimiento de recogida de ropa ayudará a entender la problemática, y por qué es importante ahorrar todos los costes posibles para poder destinarlos a otros proyectos, o a otras partes de la gestión de la ropa usada.

Otra parte muy importante es tener un análisis de los costes de aplicar esta tecnología, en función de la cantidad, la zona donde ponerlos, el mantenimiento, y el proveedor que los suministra.

Por último, se hará una estimación de la futura situación, viendo si es viable este cambio en la logística de la recogida de ropa, tanto económicamente como ambientalmente. El objetivo por tanto es hacer menos viajes, y en el momento adecuado.

1.2 Alcance del proyecto

El proyecto abarcará la zona de Barcelona y cercanías, ya que para poder establecer la viabilidad de la implantación de sensores, y los ahorros que esto supone, el estudio debe considerar áreas con contenedores próximos entre sí, y áreas donde la densidad de contenedores sea menor.

2. TIPOS DE SENSORES

De entre todos los tipos de sensores que hay, existen dos tipos que podrían ser de utilidad para la detección del nivel de llenado de los contenedores.

- Sensores fotoeléctricos
- Sensores ultrasónicos

Se analizarán los dos tipos, para ver cuál puede ser el que se adapte mejor a las necesidades y exigencias del medio en el que deberá instalarse.

2.1 Sensores fotoeléctricos

El principio de funcionamiento de estos sensores es la reacción de los mismos al haber cambios en la intensidad de la luz. Constan de un componente emisor del haz de luz, y de un componente receptor del mismo. Dentro de este tipo de sensores, también existen varios tipos.

- Barrera de luz: Un componente emite el haz de luz, y el otro lo recibe. Cuando un objeto interrumpe el haz de luz, es detectado. Este tipo de detectores precisan de un montaje preciso, y una alineación cuidadosa, con lo cual no los hace idóneos para contenedores, constantemente sometidos a golpes y movimientos.
- Reflexión sobre espejo: Tiene el mismo principio de funcionamiento que el de barrera de luz, pero con la diferencia que el haz rebota en uno de los componentes, y el mismo que lo emite lo recibe. Esto hace que el cableado sólo debe ir en uno de los componentes. Sin embargo, tiene los mismos problemas de montaje y delicadeza que el tipo anterior.
- Reflexión sobre objeto: el haz incide sobre el objeto y rebota sobre el emisor de manera difusa, siendo este detectado.

Estos métodos podrían instalarse a una determinada altura de la base del contenedor, y así podría saberse cuándo el mismo ha alcanzado un determinado nivel.

Sin embargo, no podríamos saber cómo de lleno está, o si está completamente vacío. Y además, este tipo de sensores son sensibles a los ambientes polvorientos y sucios, y dependiendo de qué sensor sea, hay ciertos objetos que no podría detectar, ya sea porque el color no refleja, o porque no se trata de una superficie reflectante.

Existe un último tipo de sensores, los sensores infrarrojos, que mediante un haz de luz son capaces, midiendo la energía a su retorno, de saber a qué distancia se encuentra un objeto.

El método, aunque pudiendo indicar distancia, tiene un funcionamiento muy similar a los sensores anteriormente nombrados. Por tanto, también son sensibles a los ambientes polvorientos, y requieren de una instalación precisa.

2.2 Sensores ultrasónicos

El principio de funcionamiento de este tipo de sensores es, como el propio nombre indica, mediante sonidos con una frecuencia mayor a la máxima que oímos.

De una manera muy clara, se puede ver en la Fig. 2.1 como un transmisor emite una onda de sonido que es captada por un receptor a su retorno. Midiendo el tiempo entre la emisión y la recepción, podemos conocer su distancia (d).

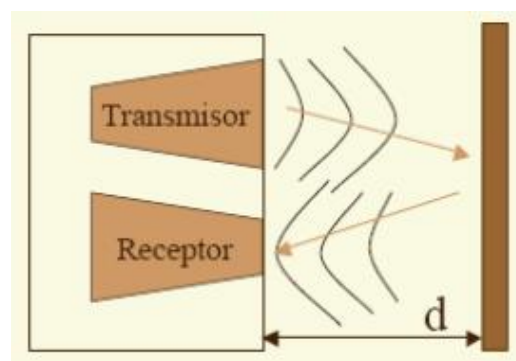


Fig. 2.1 Esquema del funcionamiento de un sensor ultrasónico.

Aunque el principio de funcionamiento parezca sencillo, existen algunos problemas que se deben conocer para analizar la viabilidad de implantación de la tecnología para la recogida de residuos textiles.

- El campo de actuación de la onda de sonido tiene forma cónica. La respuesta que se recibe en el receptor es la del punto más cercano a dicho cono, sin indicar la localización angular del mismo. En la Fig. 2.2 se puede ver claramente este punto.

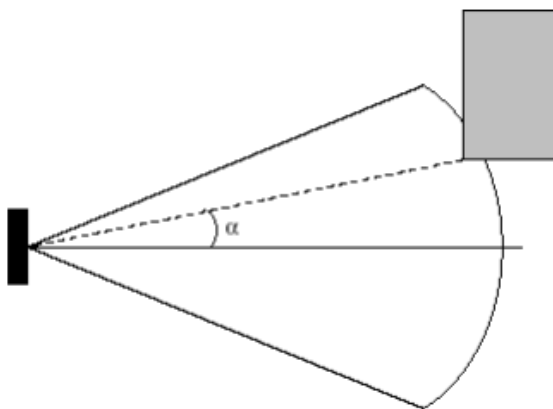


Fig. 2.2 Medición cónica de los sensores ultrasónicos

- En los sensores de menor coste, se utiliza el mismo transductor como emisor y receptor. Esto implica que deja pasar un tiempo entre la emisión y la recepción, para que las vibraciones de la emisión desaparezcan, y esté preparado para recibir el eco. Debido a esto, existe una distancia mínima de medición.
- Las ondas se mueven por el aire, con lo cual puede haber una variación en la densidad del medio debido a la temperatura, y la velocidad puede cambiar según la ecuación 2.1:

$$V_S \approx V_{S0} + 0,61 \cdot T \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Siendo V_{S0} la velocidad del sonido a 0 °C (331,4 m/s), y T la temperatura en grados centígrados.

- Pueden producirse falsos ecos. Esto quiere decir que la onda rebote en varias superficies antes de llegar al receptor, con lo cual, estaría dando una distancia mayor a la que realmente hay.
- Algunos materiales absorben las ondas sonoras, haciendo que no se pudieran usar los sensores ultrasónicos.

Las ventajas de estos sensores es que no necesitan un montaje excesivamente preciso, con lo cual pueden soportar movimientos, incluso golpes.

3. ELECCIÓN DEL TIPO DE SENSOR

Una vez analizados los sensores que podrían emplearse para la medición del nivel de llenado de los contenedores de ropa, deberá decidirse qué tipo se usará. Posteriormente, en este mismo apartado, se estudiará qué tecnologías hay hoy en día aplicadas a este tipo de función, o similar, y la aplicabilidad a los contenedores objeto de este estudio.

3.1 ¿Fotoeléctrico o ultrasónico?

En cuanto a los sensores fotoeléctricos, presentan varios problemas de difícil solución. Para empezar, ninguno de los 4 primeros permite medir distancias. Así pues, no podría saberse el nivel de llenado de cada contenedor. La aplicación de los mismos permitiría que saltara una alarma cuando los residuos alcanzaran un nivel determinado (nivel en el cual se habría instalado el sensor).

Además, es posible que dependiendo de los materiales y del color de los mismos, los sensores de reflexión sobre objeto no puedan ser de aplicación, ya que no recibirían el rebote del haz de luz.

Por lo tanto, se limita el estudio a los dos primeros tipos de sensores fotoeléctricos, o bien a los de medición mediante infrarrojos. Sin embargo, estos requieren un tipo de aplicación muy delicada y precisa, y son sensibles a los movimientos bruscos. Tratándose de un servicio público y susceptible a golpes tanto en el uso como en la recogida, los hace propensos a errores constantes. Además, en el caso del tipo de sensor que sí daría una distancia, sólo sería la del objeto inmediatamente enfrente del sensor.

Por último, los sensores no acaban de ser precisos en ambientes polvorientos, ambientes en los que deberá trabajar por tratarse de contenedores de ropa usada, y que no tienen una limpieza exhaustiva cada cortos periodos de tiempo.

Tras las desventajas mencionadas, se van a proceder a analizar las desventajas de los sensores ultrasónicos, y ver si van a influir en la obtención de los datos.

Que la medición se haga a través de ondas sónicas, puede provocar pequeñas desviaciones en los datos. No se obtendrá un resultado preciso, pero el objetivo de este estudio no es la obtención del mismo, sino recibir un dato orientativo y fiable sobre el estado de llenado del contenedor.

Otro de los problemas mencionados era si el emisor y el receptor eran el mismo transductor. Este fenómeno supone la aparición de una distancia mínima de medición. En la mayoría de transmisores del mercado, la distancia mínima de medición es como mucho de 25 cm. Por lo tanto, al tratarse de la distancia hasta llegar al residuo, una distancia de menos de 25 cm supondría el desbordamiento del contenedor, prácticamente, con lo que este punto no sería un problema.

Lo mismo pasa con el problema mencionado de que la onda de sonido tiene forma cónica. La distancia puede variar unos milímetros, pero teniendo en cuenta el rango de distancias que se van a medir, y que tampoco se requiere una medida exacta, sino más bien algo orientativo, no supondría tampoco problema. Además, en el caso de producirse falsos ecos y aumentar alguna distancia, la medida se realiza de forma periódica en el tiempo, con lo cual podría corregirse con las nuevas aportaciones de ropa.

En cuanto a la variación de la velocidad debido a la temperatura, conociendo la fórmula anterior, y la fórmula de la velocidad:

$$v = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}} \quad (\text{Ec. 3.1})$$

Se deduce que:

$$v_{so} + 0,61 \cdot T = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}} \quad (\text{Ec. 3.2})$$

Siendo v_{so} la velocidad del sonido a 0°C (331,4 m/s).

Si se supone que la temperatura a la que están programados los sensores es de 25°C, y se obtiene una primera medida de distancia, se determina el tiempo empleado en la medición (la distancia medida será el doble que la medida hasta el residuo, ya que la onda sonora debe ir y volver). Por lo tanto, para medir una distancia de 1,5 metros, por ejemplo:

$$331,4 + 0,65 \cdot 25 = \frac{1,5 \cdot 2}{\text{tiempo}} \quad (\text{Ec. 3.3})$$

De donde se deduce que $\text{tiempo} = 0,008629$ segundos. Si se toma ese mismo tiempo como referencia, y haciendo incrementos de temperatura, se calcula la distancia, se obtiene la gráfica 3.1 que se muestra a continuación:

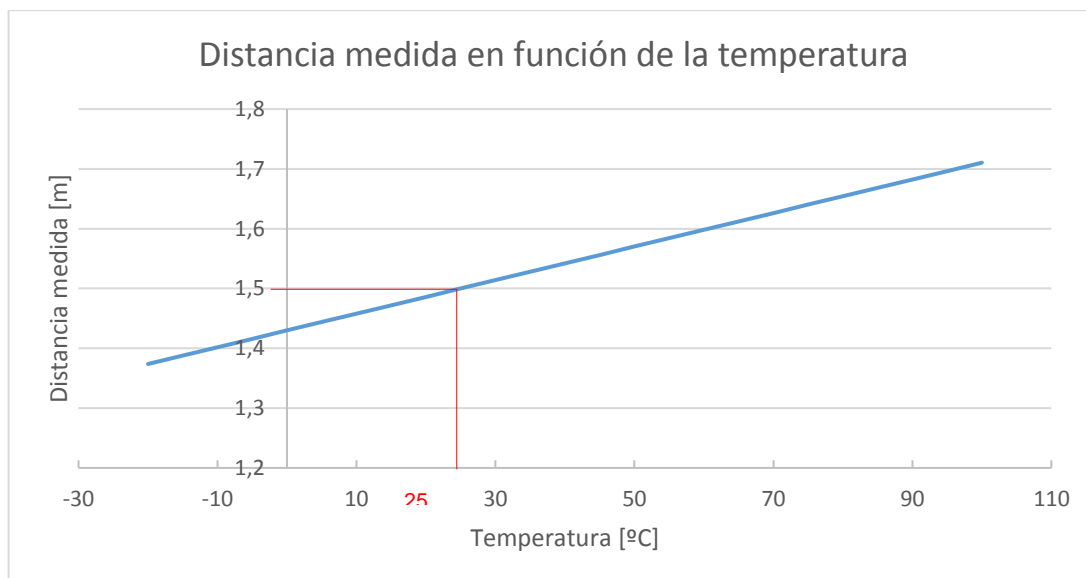


Fig. 3.1 Gráfica de las mediciones de distancia en función de la temperatura

Si se toman los valores extremos de -20°C y 100°C , las diferencias de medidas son 8 y 14 cm, respectivamente. Son diferencias de medida poco significativas para la finalidad del sensor.

Además, los sensores, cada vez más comúnmente, incorporan un sensor de temperatura, y se programan para que automáticamente hagan un ajuste de los parámetros y midan siempre la distancia real.

Por último, hay que abordar el problema de la absorción de sonido. Hoy en día hay muchos tipos de tejidos con que se hacen las prendas. Y la mayoría de ellos absorben el sonido. Con lo cual, es muy posible que no se recibiera el rebote de la onda sonora, o que este fuera muy débil.

Sin embargo, la ropa donada en los contenedores debe ir en bolsa de plástico. Tampoco es habitual que la gente deposite la ropa sin ella, ya que el transporte desde casa hasta el contenedor se hace en la mayoría de casos en bolsas, con lo cual, este tampoco sería un problema para la implementación.

Por lo tanto, y tras analizar los problemas, posibles soluciones, y diferente información que aporta cada uno de los sensores, se llega a la determinación de analizar la aplicación de sensores ultrasónicos para la optimización de la recogida de ropa usada de contenedores.

3.2 Compatibilidad con la geometría del contenedor

Una vez decidido el tipo de sensor, surge una nueva duda, y es la colocación del sensor en el contenedor, y la viabilidad de la instalación en un punto que permita la medición del nivel del contenedor de recogida.

Hay varios tipos de contenedores en las vías públicas para la recogida de ropa. La diferencia entre ellos es el sistema mediante el cual se introduce la ropa en el contenedor, y la capacidad del mismo. Para aumentar la capacidad, se aumenta la altura del contenedor, y las distancias a medir serán menores, pero no afecta a la colocación del sensor. Sin embargo, la apertura se ha ido modificando, a medida que se han ido viendo puntos débiles mediante los cuales se podía robar la ropa de su interior, llegando incluso a introducirse personas en los contenedores. En algún caso incluso se han producido graves accidentes, y por eso la importancia de incrementar la seguridad.

Por ejemplo, el caso de “Roba Amiga”. Roba Amiga es una fundación para la inserción al mundo laboral de personas en riesgo de exclusión social. Una de las varias cosas a las que se dedica, es la recogida de contenedores de donación de ropa usada. Inicialmente, los contenedores tenían una apertura que ocupaba todo el ancho del contenedor, se ponía la bolsa con la ropa en uno de los espacios designados para ellos, y se volcaba la ropa dentro (Fig. 3.2). Pero con este método, la gente podía entrar.



Fig. 3.2 Primer sistema de compuerta en contenedores de “Roba Amiga”

Posteriormente, pusieron unas placas haciendo que la apertura no ocupara todo el ancho del contenedor, reduciendo así el espacio para introducir ropa, pero seguía entrando la gente y no se llegaron a instalar demasiados contenedores ya que no se detectó que el problema se solventara.

Así que finalmente, se instaló un sistema consistente en una puerta giratoria, separada por compartimentos, que permite la inserción de ropa usada, pero dificulta en gran medida que gente pueda entrar. Y actualmente, es el sistema que se está instalando en contenedores (Fig. 3.3).



Fig. 3.3 Sistema actual en contenedores de “Roba Amiga”

Aunque esta ha sido la evolución de los contenedores de Roba Amiga, la mayor parte de los contenedores utiliza alguno de los sistemas mencionados. Al haber tantas empresas y fundaciones que ofrecen este servicio, y tener cada una sus contenedores, es imposible analizarlos todos ellos. Sin embargo, sí que es posible estudiar los contenedores que más abundan.

La mayoría está organizado en dos partes. La parte superior, que es la boca de entrada, y la parte inferior que es el espacio reservado a la acumulación de la ropa. En la separación entre ambos, con tal de aislar la zona superior de la inferior para evitar poder acceder a la ropa, hay siempre una placa puesta para separar los dos compartimentos. Esa es la zona donde, por dentro, podría instalarse el sensor. Además, pese a tener un fácil acceso por parte del operario, para instalaciones u operaciones de mantenimiento, queda oculto a la vista para la gente que ve cómo se hace la descarga.

En todos ellos, esa placa horizontal permanece inmóvil durante el uso del contenedor al introducir prendas, lo cual no provoca falsas medidas.



Fig. 3.4 Propuesta de colocación del sensor en contenedores

En la Fig. 3.4 puede verse señalado el punto donde podría instalarse el sensor, que no entorpecería el uso, y permitiría tomar unas mediciones fiables del nivel de llenado. El sensor, podría ir atornillado, o incluso imantado en esa parte, lo que haría que el cambio de ubicación del sensor de un contenedor a otro resultara muy sencillo, y no habría pistas exteriores de que ese contenedor contiene un sensor.

Otro aspecto a considerar es que, en función del tipo de contenedor, la distancia para calcular el porcentaje de llenado del contenedor será distinta. Por lo tanto, será necesario configurar cada sensor en función de la zona donde se coloque el mismo, y las medidas del contenedor.

Este ajuste inicial puede realizarse en el centro de recogida, donde están los contenedores, simulando llenados y comprobando que las mediciones sean correctas.



Fig. 3.5 Contenedor de la fundación “Humana”, con su correspondiente mecanismo para introducir la ropa usada

En la Fig. 3.5 superior, puede verse un contenedor de otra fundación, con un sistema similar, también separado en dos partes, y con una zona plana donde podría ubicarse el sensor.

4. PROVEEDORES DE SENSORES

Una vez comprobado el tipo de sensor necesario, y la compatibilidad con la geometría del contenedor, hay que elegir entre los diferentes proveedores. Existen muchos proveedores que ofrecen sensores ultrasónicos.

En este apartado, se analizarán varios proveedores, viendo qué características ofrecen, los costes de cada uno de ellos, el mantenimiento que tienen dichos sensores, autonomía, y otros aspectos que, una vez teniendo la información, tal vez puedan aportar valor extra al proyecto.

Con tal de poder tener varios datos, se han analizado seis proveedores de sensores. Todos ellos, con características similares. En general, ofrecen tres medidas:

- Nivel de llenado (%)
- Temperatura (°C)
- Nivel de batería (%)

Además, los sensores emiten unas alarmas, para los siguientes casos:

- Alarma por contenedor quemándose (incremento de la temperatura)
- Alarma por contenedor volcado
- Alarma por contenedor lleno
- Alarma por batería baja

También será importante que, por parte de quien se encargue de recoger los contenedores, se tomen ciertos datos, para comprobar el correcto funcionamiento de los sensores de manera periódica. Datos como la hora, ubicación del contenedor, la hora de recogida, el nivel de llenado aproximado con una inspección visual y las incidencias detectadas.

Los sensores, envían los datos a las plataformas de las empresas fabricantes, en función del intervalo de tiempo que quiera programarse. Una vez al día, o cuando se estipule con el proveedor, los datos se envían a un software de gestión de la información, para su posterior análisis. La siguiente tabla muestra el funcionamiento de los sensores de los diferentes fabricantes.

Proveedores	Distromel	ID&A	Enevo - Equinord	Moba - Urbíotica	TST Sistemas	Wellness Telecom
Llenado	Ultrasonidos Predicción % restante por lecturas puntuales de tensión	Ultrasonidos Predicción % restante por lecturas puntuales de tensión	Ultrasonidos Minicontrolador	Ultrasonidos No dispone	Ultrasonidos Minicontrolador	Ultrasonidos Minicontrolador
Batería	Sensor de temperatura Envía alertas cada 2 horas	Termofusible Envía alertas cada 20 minutos	Termómetro digital Envía alertas cada 20 minutos	Sensor de temperatura Envía alertas de inmediato	Termómetro transistor Envía alertas cada 20 minutos	Sensor de temperatura Envía alertas de inmediato
% llenado	Mediante las lecturas periódicas.	Mediante las lecturas periódicas. Fuerza envío de la información	Mediante las lecturas periódicas	Mediante lecturas periódicas	Lecturas periódicas. Si detecta un 95% de llenado activa alarma	Mediante lecturas periódicas
Batería	Con lecturas de batería inferior al 10%	Cuando capta una lectura de tensión inferior a los 3 V	Cuando el minicontrolador detecta una tensión inferior a los 2,5 V	No dispone	Con lecturas de batería inferiores al 10%	Aproximación teórica en base a histórico de envíos.
Temperatura	Salta con temperaturas superiores a los 70°C.	Termofusible que se activa cuando la temperatura supera los 77 °C	Termómetro digital activa alerta con incrementos rápidos de temperatura	Toma medidas cada 45 minutos de alerta con 3 niveles de alerta	Toma medidas de temperatura cada 2 minutos. Activa alerta con subidas de temperatura de 3°C o Tª de 80 °C	Configurable para que salte la alarma a temperaturas superiores a x °C
Volcado	Acelerómetro que si no vuelve a la posición inicial, activa alarma	No dispone	Inclinómetro que si no vuelve a la posición inicial activa alarma	No dispone	Giroscopio. Envía alerta si no vuelve a la posición inicial	Acelerómetro. Detecta movimientos bruscos constantes

Tabla 4.1 Comparación de la tecnología de los distintos proveedores que forman parte del estudio

Como se puede observar, la finalidad principal de todos los sensores, que es la medición del llenado de los mismos, se hace con la misma tecnología, mientras el resto de funciones, que podrían denominarse funciones “extra”, se realizan con diferentes aunque similares tecnologías para cada uno de los fabricantes.

Uno de los aspectos importantes de la instalación de estos sensores es que en ningún caso precisan de una conexión a la corriente o de otra fuente de alimentación externa. Con el uso de sus baterías, queda el sensor oculto dentro del contenedor, y en alguno de los casos es necesario un pequeño emisor, fijado con tornillos, que es el encargado de emitir la información, pero puede quedar oculto fácilmente.

A continuación, en la Fig. 4.1 pueden verse imágenes de algunos de los sensores instalados por los proveedores para la recogida de residuos urbanos tales como papel, plástico, residuos orgánicos...



Fig. 4.1 Sensores de diferentes proveedores en los contenedores

Además, en alguno de los casos existe la opción de elegir el color de la carcasa del sensor. Eso ayudaría a camuflarlo con el entorno, haciéndolo pasar inadvertido, sobre todo en el caso de que el sensor requiera la instalación exterior de algún componente para la emisión de la señal. Estas carcasas son diseñadas para soportar ambientes polvorientos o con humedad.

Los sensores cuentan con una pequeña memoria interna, para poder almacenar información para luego enviarla. Es decir, se hablaría de frecuencia de medida, y frecuencia de envío de información. Esta opción es útil para posibles caídas de red, donde no se perdería información. También, en posibles ubicaciones con problemas de cobertura, donde una mala climatología impida el envío. De esta manera, al volver a detectar red, se enviaría la información.

También, una de las ventajas que ofrecen es el método de fijación al contenedor. Si bien el método más común es la instalación mediante tornillos, al ser los contenedores de ropa metálicos, puede usarse un método de fijación imantado. Eso hace que la manipulación para el cambio de baterías, o el cambio de contenedor en el que está instalado sea rápido y sencillo, pudiéndose hacer sin tener que llevar el contenedor al depósito.

A continuación se muestra la Tabla 4.2, con la comparativa de precios de los sensores, mantenimiento, y cambio de baterías (aunque tengan, según proveedores, una vida media de entre 6 y 8 años).

	Precio 1 ud	Mantenimiento 1 unidad	Precio 100 uds	Mantenimiento 100 uds	Cambio de batería
Distromel	364 €	Incluido	364 €	incluido	Incluido
ID&A	450 €	7€	390 €	5,75 €	Incluido
Enevo - Equinord	240,24 €	Incluido	219,24	Incluido	15 €
Moba - Urbiótica	-	19,8 €	-	18,81 €	Incluido
TST Sistemas	80 €	19,8 €	420 €	4,5 €	104,56 €
Wellness Telecom	295,56 €	6,1 €	266,67 €	5,1 €	Incluido

Tabla 4.2 Comparación de los precios del sensor y del servicio de los diferentes proveedores

Con esta tabla, y el análisis de costes que se realizará en los siguientes apartados, se podrá hacer una estimación de la amortización del proyecto, y evaluar su implementación en la gestión de recogida de ropa usada.

5. ANÁLISIS DE COSTES DE LA RECOGIDA DE RESIDUOS

En este punto se explicará el proceso de la recogida de residuos, y los costes asociados a la parte logística del mismo. Con estos datos, se podrá proceder posteriormente a un análisis del posible ahorro y ventajas que supondría la implantación de los sensores para optimizar las rutas, tanto los puntos a acudir como la frecuencia de paso.

Los datos están basados en la fundación Formació i Treball (de ahora en adelante FiT), que colabora con Roba Amiga. Tiene la planta de recogida situada en Sant Esteve de Sesrovires, y unas oficinas en Barcelona.

Actualmente, con las concesiones de contenedores que tiene, su flota de recogida de contenedores consta de 5 medios de transporte, y por lo tanto, 5 rutas diarias. Por las mañanas, los 5 conductores acuden a la planta de Sant Esteve de Sesrovires para recoger la furgoneta o camión.

Una vez han llegado, piden confirmación de las rutas que tienen ya asignadas diariamente, por si hubiera habido cambios. Además, otro de los servicios que ofrecen es la recogida de bolsas de ropa usada a domicilio, siempre y cuando ésta llegue a unos mínimos. Así, en función de las recogidas a domicilio, o posibles llamadas de parroquias que también recogen ropa, la persona encargada de establecer las rutas, hace las modificaciones en caso de ser necesarias y las transmite al equipo.

Luego, cada uno de los conductores inicia su ruta. Llevan un papel donde anotan la carga recogida en cada uno de los contenedores. Durante la ruta, comprueban el estado de cada contenedor, que no esté dañado o que hayan cometido actos vandálicos como forzar la cerradura o pintadas en él.

Uno de los problemas que se tienen actualmente, es que al tener desconocimiento del estado de llenado de los contenedores, algunas veces ocurre que a mitad de la ruta la furgoneta o camión debe volver a la planta a descargar ya que va llena, y luego otra vez desplazarse hasta el pueblo para seguir con la recogida. Otra solución que se está dando a este problema es la recogida parcial de los contenedores, cuando se prevé que se va a llenar el transporte, y forzar una ruta al día siguiente, en caso de que la misma no sea ya diaria.

Una vez finalizada la ruta, acuden a planta y descargan toda la ropa recogida, poniéndola en jaulas paletizadas, y posteriormente procediendo al pesado de las mismas para conocer los kilos recogidos.



Fig. 5.1 Furgoneta de reparto al llegar a la planta de recogida

En la Figura 5.1 puede observarse otro de los problemas que hay a la hora de la recogida. Aunque la furgoneta está parcialmente llena, hay que tener presente que muchas veces lo que pautas el llenado de la misma es el peso máximo autorizado. En base al pesado que se realiza en planta, y a las anotaciones del llenado de los contenedores por parte de los conductores, se hace una aproximación del peso recogido y cuando se llega al peso máximo autorizado del medio de transporte, se considera lleno y vuelve a planta.

En concreto, para un contenedor como los de la Figura 3.4 de la página 16 del apartado anterior, se considera que la carga máxima son 395 kilos cuando está lleno.

Una vez se descarga la ropa en la planta, pasa al área de selección. Allí, varios empleados se dedican a la selección de la ropa en función de la calidad de la prenda:

- Prendas en perfecto estado aptas para la venta en tiendas de segunda mano
- Prendas en buen estado no aptas para la venta, que se envían a países del tercer mundo

- Prendas que se reutilizan para producción de trapo para la industria
- Reciclaje

Y posteriormente, una vez seleccionadas las prendas, se agrupan y almacenan en función de su finalidad. En la Fig. 5.2, se puede ver la zona de almacenaje con tres maneras distintas de empaquetar las prendas. La primera, los sacos más grandes que pueden apreciarse, son los destinados a servir de trapo para la industria. Los sacos algo más pequeños, también en el suelo pero mejor empaquetados, son los que se destinan al tercer mundo. Y por último, las estanterías, que es donde se almacena la ropa destinada a la venta posterior en tiendas de segunda mano.



Fig. 5.2 Almacén de “Roba Amiga” donde se clasifica la ropa según su finalidad

Dentro de este proceso, los sensores podrían suponer un ahorro y una mejora del servicio en el ámbito de la logística de recogida.

Estos gastos, podemos desglosarlos en:

- Gastos de personal
- Gastos de combustible
- Gastos de mantenimiento de vehículos por el uso

5.1 Gastos de personal

Son los gastos asociados a la contratación de personal. Dicho de otra manera, lo que le cuesta a una empresa tener contratada a una persona.

Para conocer el coste real de un empleado a la empresa, hay que tener en cuenta dos aspectos, ya que este coste se desglosa en dos grandes bloques:

- Por un lado, tenemos el sueldo bruto del trabajador. Puede dividirse en varias pagas. Este es el salario sin considerar las cotizaciones de la Seguridad Social que se descuentan mensualmente (correspondientes de forma aproximada al 6,4% del sueldo), y sin descontar las retenciones del IRPF (Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas, y que depende del sueldo bruto del trabajador)
- Por otro lado, hay que descontar las contribuciones a la Seguridad Social que paga la empresa por el trabajador. Con estas contribuciones el empresario contribuye a la prestación por desempleo del empleado. También cubre su sueldo en caso de futuras bajas médicas.

Con estos datos, se puede calcular aproximadamente el coste a la empresa de un trabajador. Contemplando la hipótesis de que un conductor, para la recogida de contenedores, debe tener un sueldo de entre 16.000 y 21.000 euros brutos anuales (en función de la antigüedad), se puede ver la Tabla 5.1 de costes para trabajadores de cada uno de los sueldos, teniendo en cuenta jornada completa y media jornada.

	Empleado 1	Empleado 2	Empleado 3	Empleado 4
Sueldo bruto (€)	21.000	10.500	16.000	8.000
Jornada (h/día)	8	4	8	4
Seguridad social (%)	30	30	30	30
Seguridad social (€)	6.300	3.150	4.800	2.400
Horas anuales (aproximado)	1.750	875	1.750	875
TOTAL (€)	27.300	13.650	20.800	10.400
Coste por hora [€/h]	15,6	15,6	11,9	11,9

Tabla 5.1 Comparativa de costes de un trabajador

5.2 Gastos de combustible

Son los costes en el combustible necesario para hacer las rutas de recogida de ropa. Son unos costes complicados de calcular con exactitud, ya que el consumo depende de la persona que conduce, el tipo de vehículo, el peso que transporta, el precio de la gasolina... Son factores que no se pueden controlar con precisión.

Sin embargo, sí que puede aproximarse. Se tomarán los dos tipos de medio de transporte que suelen utilizarse para la recogida de ropa. Un vehículo de 2 ejes de carga general, y una furgoneta, como los de las imágenes.



Fig. 5.3 Principales medios de recogida de ropa

Existe una fórmula (Ec. 5.1) para hacer una aproximación del coste del combustible:

$$C = \frac{pv \cdot cv \cdot k}{100} \quad (\text{Ec. 5.1})$$

Donde:

C = Coste anual de combustible (euros)

pv = precio de adquisición del combustible del vehículo (euros / litro)

cv = consumo medio de combustible del vehículo (litros / 100 kilómetros)

k = kilómetros recorridos anualmente por el vehículo

Se calcularán los costes para cada uno de los vehículos, así como el coste por kilómetro recorrido:

	Camión 2 ejes	Furgoneta
pv (euros / litro)	0,934	0,934
cv (litros / 100 kilómetros)	26	12
k	90.000	50.000
C (euros)	21.855,6	5.604
Euros / kilómetro	0,2428	0,1121

Tabla 5.2 Cálculo del coste de combustible por kilómetro en los dos tipos de transporte

Aunque los gastos por kilómetros del camión sean superiores, éste tiene la capacidad de realizar rutas que contengan más número de contenedores llenos en un solo viaje, ya que su masa máxima autorizada es mayor.

Así, se pueden establecer rutas donde los contenedores estén alejados de la planta de selección, ya que con un viaje se abarca un número mayor de contenedores, y se evita recorrer la distancia de la planta a los contenedores.

5.3 Gastos de mantenimiento de vehículos

Estos son los costes asociados al kilometraje de los vehículos. Durante este apartado, se analizarán las distintas fuentes de gastos que puede haber, y se asociarán a los kilómetros realizados, con tal de obtener los euros por kilómetro que supone.

Se pueden desglosar estos gastos en tres:

Neumáticos: conforme se hacen kilómetros, los neumáticos se desgastan, así que deben ser cambiados. El coste se aproxima según la fórmula (Ec. 5.2):

$$N = \frac{p \cdot n}{d} \quad \text{Ec. 5.2}$$

Donde:

N = Coste de los neumáticos por kilómetro (euros / kilómetro)

p = precio sin IVA de la sustitución de un neumático (euros)

n = tipo de neumáticos de este tipo

d = duración media de este tipo de neumáticos (kilómetros)

Mantenimiento: conforme más se utiliza un vehículo, más habitual es que requiera un mantenimiento. Se aproxima, en función del tipo del vehículo. En este caso, se incide el dato que proporcione el Ministerio de Fomento (Gobierno de España), en base a la información proporcionada por fabricantes, proveedores, y empresas de transporte.

Para camiones de dos ejes, se considera un coste de 0,0163 € / kilómetro. Para las furgonetas, sin embargo, se considera un coste de 0,0157 € / kilómetro.

Reparaciones: Además del mantenimiento preventivo del vehículo, se requieren reparaciones del mismo debido a averías sufridas en carretera, o bien reparaciones para prevenir que esto pueda pasar. De igual manera que el mantenimiento del punto anterior, se aproxima en base a los datos proporcionados por el Ministerio de Fomento.

Este valor se considera el mismo tanto para camiones de dos ejes, como para furgonetas, y es un coste de 0,0157 € / kilómetro.

Así pues, se puede elaborar una tabla con el coste asociado a cada uno de los puntos, de manera que se pueda obtener un coste por kilómetro recorrido. Así, sumándolo al coste de combustible, se tendrá una buena aproximación del coste por kilómetro en cada vehículo.

	Camión 2 ejes	Furgoneta
p (euros)	692,83	156,51
n	6	4
d (kilómetros)	150.000	60.000
N (euros / kilómetro)	0,0277	0,0104
Mantenimiento (euros / kilómetro)	0,0163	0,0157
Reparaciones (euros / kilómetro)	0,0209	0,0209

Tabla 5.3 Cálculo del coste de mantenimiento por kilómetro en función del tipo de vehículo

Entonces, sumando todos los costes de este apartado, se obtiene lo siguiente:

Camión 2 ejes: **0,3077 euros / kilómetro**

Furgoneta: **0,1591 euros / kilómetro**

6. AHORRO DE COSTES

A lo largo de este capítulo, y en base a los datos obtenidos en el apartado anterior, se analizarán los gastos asociados a la recogida de contenedores de ropa usada. Se utilizarán los datos de rutas proporcionados por “Roba Amiga”.

Para poder obtener un estudio fiable, se opta por analizar dos tipos de ruta distintos.

En la primera ruta, se contempla el área de Badalona. Se trata de una zona con una alta densidad de población, y donde cada contenedor debe dar servicio a un alto número de habitantes.

En la segunda ruta, se contempla la zona del Penedés. Aquí, se pueden encontrar municipios con densidades de población medias – bajas, y un número más reducido de habitantes por contenedor que en la ruta anteriormente mencionada.

Mediante el estudio de estos dos tipos de zona, se consideran las dos casuísticas posibles, para más adelante poder determinar en qué caso podría ser viable la implementación de los sensores.

6.1 Zona Badalona

Como se ha comentado, esta es una zona con una alta densidad de población. Si se divide la población entre el número de contenedores en la zona, se obtienen muchos habitantes por contenedor.

Eso hace que los contenedores sean más susceptibles de llenarse. Por lo tanto, al estar a disposición de tanta gente, es importante que ofrezcan un buen aspecto y evitar desbordamientos, para mejorar la imagen y que no haya hurtos.

6.1.1 Costes asociados a la recogida

En base al recorrido de la ruta, se han calculado las distancias que se recorren en cada una. Se ha contemplado el kilometraje desde el centro de gestión de ropa usada hasta la zona de recogida, la distancia recorrida durante la ruta, y la distancia para regresar a la planta de recogida. El tiempo considerado es teniendo en cuenta un tráfico fluido, y contando una media de 7 minutos en operar con cada contenedor.

Los 7 minutos por contenedor se han establecido teniendo en cuenta los datos proporcionados por Roba Amiga. Este tiempo considera la aproximación al contenedor (a veces no están al lado mismo de donde se estaciona), apertura del candado, recogida, limpieza, cierre y carga de la ropa usada en el medio de transporte.

A continuación, se puede ver la Tabla 6.1, con datos de las recogidas de esta zona. El desglose de la ruta de cada día puede verse en el Anexo A.1 (página 57).

Día de la Recogida	Tiempo total invertido	Distancia total invertida	Contenedores en la ruta
Martes	286 min	121,6 km	18
Jueves	319 min	140 km	19
Viernes	175 min	112,8 km	9
SEMANAL	780 min	374,4 km	46

Tabla 6.1 Datos de las rutas de recogida en Badalona

Además, para establecer el tipo de transporte usado para la ruta, es necesario saber la masa máxima autorizada para cada uno de los transportes. Cogiendo unos valores medios para cada uno de ellos, se considera carga útil autorizada para camiones de dos ejes de 5.000 kilogramos, y carga útil autorizada para furgonetas 1.700 kilogramos.

Con tal de poder estimar la situación actual, se ha de establecer primero el grado de saturación media de los contenedores. Para ello, se utilizan los datos proporcionados por el Estudio de Base 4 para el Análisis de la recogida y gestión del flujo de residuos de origen textil (2015, p. 48-50), que establece la recogida de ropa en 65.016 toneladas al año mediante contenedores y 40.000 toneladas al año en parroquias e iglesias. Estos datos son a nivel nacional. Y se consideran iglesias y parroquias ya que las rutas las incluyen, como si de un contenedor más se tratase.

Estos datos son a nivel nacional. Por lo tanto, se establece la población de España proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, en base al censo, en 46.455.828 habitantes en 2016.

Así, dividiendo el total de ropa usada recogida entre la población se obtiene una media de 2,26 kg de ropa donada por habitante.

Por lo tanto, de la Tabla 6.2 (obtenida en base a los datos del Anexo B (página 69)), que figura a continuación, pueden deducirse los kilogramos aproximados recogidos semanalmente. Éstos se obtienen de multiplicar los habitantes de Badalona por los kilos de

ropa, y dividiendo el resultado entre 52 semanas que tiene un año regular. Este cálculo da como resultado que se recogen, aproximadamente, 9.350 kilos semanales.

Municipio	Contenedores totales	Cont. 1 recogida por semana	Cont. 2 recogidas por semana	Cont. 3 recogidas por semana	Habitantes	Densidad de población [hab/km ²]
Badalona	29	14 (48%)	13 (45%)	2 (7%)	215.634	10.172

Tabla 6.2 Datos de las recogidas en Badalona

Por lo tanto, conociendo los kilos recogidos semanalmente, y cuantos contenedores se recogen cada día que se hace la ruta (Tabla 6.1 de la página 32), se puede calcular:

- Martes: 39% de los contenedores recogidos, que suponen 3.646,5 kilos
- Jueves: 41% de los contenedores recogidos, que suponen 3.833,5 kilos
- Viernes: 20% de los contenedores recogidos, que suponen 1.870 kilos

Visto esto, existen varias opciones para las recogidas de cada uno de los días. Las rutas de los martes y jueves, bastante similares entre ellas en cuanto a kilos recogidos se refieren, podrían recogerse o bien en un viaje de camión, o bien en dos de furgoneta. En cambio, la ruta de los viernes podría recogerse en un solo viaje de furgoneta.

A modo de resumen, para poder calcular los costes asociados a cada una de las opciones, se recuerdan en la Tabla 6.3 los costes asociados al transporte (Tabla 5.1 página 26 y datos página 29).

Coste por hora sueldo 21.000 €	15,6 €/hora
Coste por hora sueldo 16.000 €	11,88 €/hora
Coste por kilómetro camión	0,3077 €/km
Coste por kilómetro furgoneta	0,1591 €/km

Tabla 6.3 Resumen de costes asociados a la recogida

A continuación, la Tabla 6.4 muestra el gasto que supone cada una de las opciones de recogida para la zona de Badalona.

		Camión	Furgoneta
Martes	Tiempo en la zona	209 min	209 min
	Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	77 min	154 min
	Kilómetros en la zona	22,8 km	22,8 km
	Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	98,8 km	197,6 km
	Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año	73,88 €
		Sueldo 16.000 €/año	56,63 €
	Gastos asociados a los kilómetros	37,42 €	35,07 €
Total martes		111,3 € 94,05 €	128,84 € 106,94 €
Jueves	Tiempo en la zona	237 min	237 min
	Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	82 min	164 min
	Kilómetros en la zona	36,7 km	36,7 km
	Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	103,3 km	206,6 km
	Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año	82,41 €
		Sueldo 16.000 €/año	63,16 €
	Gastos asociados a los kilómetros	43,08 €	38,71 €
Total jueves		125,49 € 106,24 €	142,3 € 118,11 €
Viernes	Tiempo en la zona	94 min	94 min
	Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	81 min	81 min
	Kilómetros en la zona	13,8 km	13,8 km
	Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	99 km	99 km
	Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año	45,21 €
		Sueldo 16.000 €/año	34,65 €
	Gastos asociados a los kilómetros	34,71 €	17,95 €
Total viernes		79,92 € 69,36 €	63,16 € 52,6 €

Tabla 6.4 Gastos asociados a cada recogida de la zona Badalona

A partir de la Tabla 6.4, se calculan los gastos correspondientes a 4 semanas asociados a las recogidas:

	Camión	Furgoneta	Óptimo
Gastos de 4 semanas con sueldo de 21.000 € anuales	1.266,84 €	1.337,2 €	1.199,8 €
Gastos de 4 semanas con sueldo de 16.000 € anuales	1.078,6 €	1.110,6 €	1.011,56 €

Tabla 6.5 Gastos de 4 semanas asociados a las recogidas de la zona Badalona

6.1.2 Ahorros debidos a la instalación de sensores

En este apartado, se analizará el ahorro que supondría la instalación de los sensores en la ruta.

Conociéndose el número de kilos recogidos cada semana (9.350 kilos), y el número de recogidas semanales (46, como muestra la Tabla 6.1 de la página 32), se puede calcular la media de kilos recogidos en cada contenedor (203 kilos). A raíz de esto, y sabiendo como se ha comentado en la página 24 que un contenedor al 100% contiene 395 kilos, se obtiene un grado de saturación medio de los contenedores del 51,46%.

Como es obvio, el llenado de los contenedores no es homogéneo. En la Tabla 6.2 de la página 33 puede verse la distribución de recogida actual en base a la experiencia de esta distribución no homogénea, ya que hay contenedores con 3 recogidas semanales, otros con 2, y otros con 1 recogida semanal.

Por lo tanto, el tiempo que tarda en llegar cada contenedor a su punto de recogida es distinto. Para calcular el tiempo que tardan en llegar al grado de saturación del 51,46% se dividirán los 7 días de la semana entre la frecuencia de recogida. Aunque las recogidas no estén espaciadas equilibradamente en el tiempo, se hace esta aproximación ya que el cálculo es un paso previo a la proposición de nuevas rutas.

- Contenedores con 3 recogidas semanales: 2,3 días
- Contenedores con 2 recogidas semanales: 3,5 días
- Contenedores con 1 recogida semanal: 7 días

Para continuar con el análisis, se realizará la hipótesis de que el punto óptimo de recogida de un contenedor será cuando esté al 75%. En este punto de llenado, sigue siendo difícil realizar un hurto, ya que al estar aún lejos de desbordarse, la ropa tiene difícil acceso. Además, aumentando el grado de saturación de los contenedores, disminuirá la frecuencia de recogida, ahorrando así kilómetros y tiempo.

Sin embargo, alcanzar estos niveles de llenado hace que aparezca un riesgo de desbordamiento, ya que un pico puntual en las donaciones haría que el contenedor se llenara. Por eso, hasta ahora, se mantenían las rutas con recogidas a grados de saturación medios. Pero mediante la implementación de sensores, se podrían observar estos picos y anticipar las recogidas, evitando así desbordamientos.

A continuación, se calcula la frecuencia óptima de recogida para cada uno de los grupos de contenedores (en función de su frecuencia actual de recogida).

- Contenedores que actualmente cuentan con 3 recogidas semanales (2 contenedores), podrían recogerse cada 3,35 días al 75%.
- Contenedores que actualmente cuentan con 2 recogidas semanales (13 contenedores), podrían recogerse cada 5,1 días al 75%.
- Contenedores que actualmente cuentan con 1 recogida semanal (14 contenedores), podrían recogerse cada 10,2 días al 75%.

Con estos datos, podrían establecerse nuevas rutas para las recogidas de residuos. Además, el tiempo de recogida de cada contenedor se ampliará de 7 a 8 minutos, ya que al tener más carga, el operario tardará más en vaciar.

En base a los datos del Anexo A, se calculan los puntos de la Tabla 6.6:

Distancia media ida y vuelta	100,37 kilómetros
Tiempo medio ida y vuelta	80 minutos
Distancia media entre contenedores	1,58 kilómetros
Tiempo medio por kilómetro en ruta	2,91 minutos/km

Tabla 6.6 Datos medios para el cálculo de nuevas rutas zona Badalona

Podrían establecerse las rutas óptimas que muestra la Figura 6.1. En ella, la primera fila representa los días de recogida de los contenedores que, con la nueva propuesta, deberían recogerse como máximo cada 3 días. La segunda fila muestra los contenedores que necesitarían recogida cada 5 días como mucho, y la última fila los que tendrían recogidas como máximo cada 10 días. Se estiman 28 días (4 semanas), igual que para el cálculo de los costes asociados a la recogida actual, mostrados en la Tabla 6.5 de la página 34.

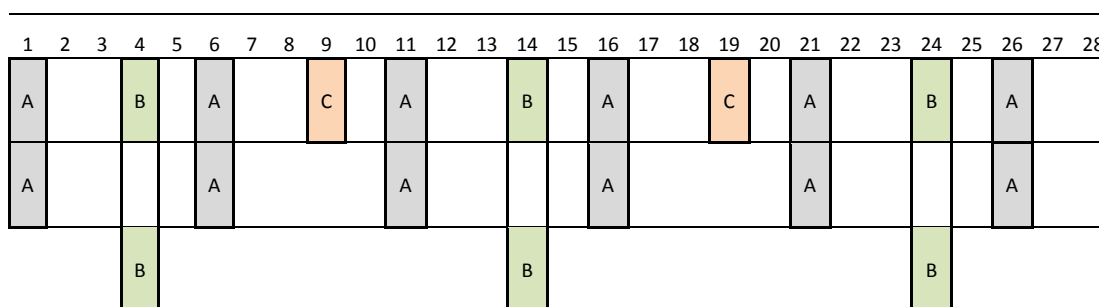


Figura 6.1 Propuesta de nuevas rutas

Además, figuran 3 tipos de rutas, con un color cada una, que se pasan a detallar a continuación:

Ruta A

Esta ruta se realiza aproximadamente 6 veces cada 28 días. En esta ruta se recogen los contenedores con más frecuencia de paso, y los que deben recogerse cada 5 días para que se haga en el punto óptimo. Esta ruta, por tanto, contará 15 contenedores, que recogiendo al 75%, harían un total de 4.450 kilos aproximadamente. Por tanto, esta ruta se haría con camión. Mediante la Tabla 6.7 de resumen los detalles y costes de la ruta.

Tiempo en la zona		189 minutos
Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		80 minutos
Kilómetros en la zona		23,7 kilómetros
Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		100,37 kilómetros
Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año	69,49 €
	Sueldo 16.000 €/año	53,26 €
Gastos asociados a los kilómetros		38,18 €
Total ruta A		107,67 € 91,44 €

Tabla 6.7 Costes asociados a la ruta A

Ruta B

Esta ruta contaría con una periodicidad de 3 veces cada 28 días. Esta ruta cuenta con los contenedores que requieren de una mayor frecuencia de paso, y los que precisan de la menor. Serían un total de 16 contenedores, con aproximadamente 4.740 kilos. Por tanto, también se haría con camión. La Tabla 6.8 muestra los costes de esta ruta.

Tiempo en la zona		202 minutos
Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		80 minutos
Kilómetros en la zona		25,28 kilómetros
Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		100,37 kilómetros
Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año	72,85 €
	Sueldo 16.000 €/año	55,84 €
Gastos asociados a los kilómetros		38,66 €
Total ruta B		111,51 € 94,5 €

Tabla 6.8 Costes asociados a la ruta B

Ruta C

Esta ruta cuenta tan solo con los dos contenedores de más frecuencia, y un total aproximado de 595 kilos. Por tanto, esta ruta podría realizarse en furgoneta. La ruta se realizaría 2 veces cada 28 días. La Tabla 6.9 muestra los costes asociados a la misma.

Tiempo en la zona		25 minutos
Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		80 minutos
Kilómetros en la zona		3,16 kilómetros
Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		100,37 kilómetros
Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año	27,12 €
	Sueldo 16.000 €/año	20,79 €
Gastos asociados a los kilómetros		16,47 €
Total ruta C		43,59 €
		37,26 €

Tabla 6.9 Costes asociados a la ruta C

Esta ruta, además, podría servir para descargar algunos contenedores que mediante sensores, se han detectado que están más llenos de lo habitual, y así evitar desbordamientos.

Por lo tanto, teniendo en cuenta periodicidades y costes de cada ruta, quedaría:

- Gastos de 4 semanas con sueldo de 21.000 € anuales: 1.067,66 €
- Gastos de 4 semanas con sueldo de 16.000 € anuales: 906,66 €

Así, el ahorro respecto al caso óptimo sin la instalación de sensores (Tabla 6.5 en página 34) sería:

- Ahorro en 4 semanas para sueldos de 21.000 € anuales: 132,14 € cada 28 días
- Ahorro en 4 semanas para sueldos de 16.000 € anuales: 104,9 € cada 28 días

6.1.3 Gasto en sensores y mantenimiento

Para poder implementar las nuevas rutas, es necesario monitorizar los contenedores, ya que al intentar alcanzar los puntos de llenado óptimos podría haber desbordamientos, ofreciendo mal servicio y siendo los contenedores susceptibles a robos.

Se partirá de la hipótesis de que, monitorizando un 30% de los contenedores, podrá hacerse una estimación del comportamiento del resto de contenedores sin sensores. En este caso, se monitorizarían 10 contenedores.

Así, en base a los sensores utilizados en la zona, se calculará el coste de la inversión inicial y, en caso de haberlo, del gasto mensual asociado a estos sensores (puede encontrarse la información en la Tabla 4.2 de la página 22). Se puede ver el resumen, en función del proveedor, en la Tabla 6.10. Añadir, además, que para el coste de los sensores (10 en este caso), se considera la compra de 100 unidades, ya que aunque en esta zona se usen tan solo 10, al haber más zonas, se llegarán a usar los 100. Y también, en el caso de proveedores que no incluyan el cambio de batería, se ha dividido dicho coste en meses, considerando la vida de la batería 6 años.

Proveedor	Inversión inicial	Coste mensual
Distromel	3.640 €	-
ID&A	3.900 €	57,5 €
Enevo - Equinord	2.192,4 €	2,08 €
Moba - Urbiótica	-	188,6 €
TST Sistemas	4.200 €	59,52 €
Wellness Telecom	2.666,7 €	51 €

Tabla 6.10 Costes derivados de la adquisición de sensores

6.1.4 Viabilidad de la implantación de sensores y retorno de la inversión

Este apartado analizará la viabilidad de implementar los sensores en esta zona. De entre los 6 proveedores, y conociendo el ahorro mensual de la implementación de sensores, se puede descartar el proveedor Moba – Urbiótica, ya que su coste mensual es superior al ahorro que supone.

Para calcular cuándo se recuperará la inversión efectuada, se calculará el punto en el que el Valor Actual Neto (de ahora en adelante, VAN) del proyecto es mayor que 0. El VAN se calcula teniendo en cuenta la inversión inicial y los flujos de caja (en este caso, ahorros) que hay, descontándoles una tasa de interés, que es una estimación de los beneficios que podríamos haber obtenido de haber invertido ese dinero en un producto financiero.

La siguiente fórmula (Ec. 6.1) muestra cómo se calcula el VAN:

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n} \quad (\text{Ec 6.1})$$

Donde:

I es la inversión inicial realizada.

Q_n es el ahorro del año n que supone la implementación de sensores.

r es la tasa de interés con la que estamos comparando (para el estudio se considerará de un 10%)

n es la cuenta de los años desde que se realiza la inversión.

Por lo tanto, calculando el VAN, se encontrará el valor n a partir del cual el VAN empezará a ser positivo, que determinará el año a partir del cual la inversión es rentable. La Tabla 6.11 y la Tabla 6.12 muestran este valor para los diferentes proveedores, para sueldos de 21.000 y 16.000 € anuales, respectivamente.

	Inversión Inicial	Ahorro anual (A)	Gasto anual (B)	Flujo anual Q_n (A-B)	n
Distromel	3.640 €	1.718 €	-	1.718 €	2 años
ID&A	3.900 €	1.718 €	690 €	1.028 €	6 años
Enevo - Equinord	2.192,4 €	1.718 €	24,96 €	1.693 €	1 año
TST Sistemas	4.200 €	1.718 €	714,24 €	1004 €	8 años
Wellness Telecom	2.666,7 €	1.718 €	612 €	1106 €	2 años

Tabla 6.11 Tiempo a partir del cual es rentable la inversión, con sueldos de 21.000 € anuales

	Inversión Inicial	Ahorro anual (A)	Gasto anual (B)	Flujo anual Q_n (A-B)	n
Distromel	3.640 €	1.364 €	-	1.364 €	3 años
ID&A	3.900 €	1.364 €	690 €	674 €	-
Enevo - Equinord	2.192,4 €	1.364 €	24,96 €	1.339 €	1 año
TST Sistemas	4.200 €	1.364 €	714,24 €	650 €	-
Wellness Telecom	2.666,7 €	1.364 €	612 €	752 €	5 años

Tabla 6.12 Tiempo a partir del cual es rentable la inversión, con sueldos de 16.000 € anuales

Así, puede verse como sólo 3 de los proveedores son viables económicamente para el caso de sueldos de 16.000 euros anuales. Sin embargo, a mayor o menor plazo, todos lo son si los operarios tienen sueldos de 21.000 euros anuales.

6.2 Zona Penedés

En este segundo apartado, se analizará, al igual que en el apartado anterior, el posible ahorro derivado de la instalación de sensores. En este caso, la zona a tratar tiene una densidad de población menor. La distancia entre contenedores aumenta, ya que estos se encuentran repartidos en diferentes municipios. Se utilizará un procedimiento de análisis similar al de la zona de Badalona.

6.2.1 Costes asociados a la recogida

En este punto, al igual que en el caso anterior, se ha calculado el tiempo y la distancia recorrida en cada una de las rutas, además del tiempo requerido para operar con el contenedor. La Tabla 6.13 muestra los datos de las recogidas de cada día. El detalle de cada ruta puede verse en el Anexo A.2 (página 60).

Día de la Recogida	Tiempo total invertido	Distancia total invertida	Contenedores en la ruta
Lunes	439 min	147,1 km	31
	257 min	88,7 km	16
Martes	421 min	157,5 km	29
	154 min	112,4 km	6
Miércoles	449 min	151,7 km	30
	123 min	72,1 km	5
Jueves	462 min	175,4 km	31
	195 min	74,3 km	11
Viernes	389 min	118,3 km	31
	253 min	130,3 km	12
SEMANAL	3.142 min	1.227,8 km	202

Tabla 6.13 Datos de las rutas de recogida en la zona Penedés

Pueden apreciarse claras diferencias entre las rutas. Esto es debido a que algunas de ellas se realizan para acceder a algún contenedor que requiere recogidas más periódicas, pero el mismo vehículo realiza el mismo día rutas por otras zonas, o sirve de apoyo para la segunda ruta de ese mismo día. Observando el detalle, se puede apreciar como cada día hay una ruta larga, y otra ruta con un número considerablemente menor de contenedores.

A continuación, la Tabla 6.14 muestra un resumen de las rutas de la zona Penedés. Para observar los datos por municipio en detalle, puede consultarse el Anexo B (página 69).

Contenedores totales	Cont. 1 recogida por semana	Cont. 2 recogidas por semana	Cont. 3 recogidas por semana	Habitantes	Densidad de población [hab/km ²]
123	54	57	12	252.212	465

Tabla 6.14 Datos de las recogidas en la zona Penedés

Según se ha calculado anteriormente, cada habitante genera 2,26 kg de ropa anualmente. Por lo tanto, siguiendo el mismo procedimiento de cálculo que para la zona de Badalona, las recogidas semanales de contenedores serán de 10.962 kilos.

Mediante los datos de la Tabla 6.13 puede calcularse, aproximadamente, qué porcentaje de kilos se recogen en cada una de las rutas, obteniendo los siguientes resultados:

Día de la Recogida	% de los contenedores semanales en la ruta	Kilos recogidos [kg]
Lunes	15,35%	1682,7
	7,92%	868,2
Martes	14,36%	1574,2
	2,97%	325,6
Miércoles	14,85%	1.627,9
	2,48%	271,8
Jueves	15,35%	1.682,7
	5,45%	597,4
Viernes	15,35%	1.682,7
	5,92%	648,9

Tabla 6.15 Kilos recogidos en cada una de las rutas

Por lo tanto, con los resultados de la Tabla 6.15, se concluye que todos los viajes de la zona Penedés pueden realizarse en furgoneta. Aunque en alguno de los casos los kilos recogidos se aproximan a la carga útil máxima, la otra ruta que se realiza el mismo día podría darle soporte en caso de ser necesario.

Para calcular los costes asociados a cada una de las rutas, se procederá de la misma manera que en la Tabla 6.4 (página 34). Sin embargo, debido a la cantidad de rutas que hay, se muestra el resumen de los cálculos. Puede consultarse el Anexo C (página 71) para ver los cálculos en detalle.

- Gastos 4 semanas con sueldo de 21.000 € anuales: 4.029,72 €
- Gastos 4 semanas con sueldo de 16.000 € anuales: 3.269,8 €

6.2.2 Ahorros debidos a la instalación de sensores

En este apartado, se analizará el ahorro que supondría la instalación de los sensores en la ruta. Al igual que antes, el primer paso es calcular el grado de saturación medio de cada contenedor.

Recogiendo 10.961,52 kilos de ropa a la semana, con un total de 202 recogidas semanales, se obtiene una media de 54,26 kilos en cada contenedor, lo que supone un índice de saturación medio del 13,74% de los contenedores. Este índice de saturación medio es muy bajo, sobretodo comparándolo con el de la anterior zona. Esto es debido a que, para poder dar servicio a un mayor número de municipios, se instalan contenedores en poblaciones con poca densidad de población.

Esta medida adoptada por las fundaciones de recogida de ropa usada, es una buena idea para dar la opción a toda la población de ser partícipe de las donaciones de ropa. Obviamente, una persona no se desplazará al pueblo vecino, a unos pocos kilómetros de distancia, para donar una bolsa de ropa. En su lugar, es más fácil para el ciudadano depositarla con el resto de residuos. Sin embargo, si tiene un contenedor al que pueda acceder a pie, es mucho más probable que deposite la ropa allí.

El proceso de fabricación de tejidos es muy costoso energéticamente hablando, y además, se emite una gran cantidad de CO₂. También hay que tener en cuenta la contaminación de ríos al verter las aguas después de tratar el tejido.

Por lo tanto, cada kilo recogido es una ventaja. Sin embargo, es importante gestionar bien las recogidas del mismo, para optimizar los recursos de que se dispone. En el caso de la zona Penedés, las recogidas están lejos de ser óptimas.

Siguiendo el razonamiento de la zona de Badalona, y con los datos de la Tabla 6.14 (página 42), pueden calcularse las frecuencias óptimas de recogida.

- Contenedores que actualmente cuentan con 3 recogidas semanales (12 contenedores), podrían recogerse cada 12,7 días al 75%.
- Contenedores que actualmente cuentan con 2 recogidas semanales (57 contenedores), podrían recogerse cada 19,1 días al 75%.
- Contenedores que actualmente cuentan con 1 recogida semanal (54 contenedores), podrían recogerse cada 38,2 días al 75%.

Sin embargo, según lo comentado en la reunión con los responsables de las recogidas de Roba Amiga, no se deben recoger contenedores con una periodicidad superior a los 15 días. Hacerlo cada más días daría una imagen de abandono del contenedor. Por ejemplo, en el último caso, los contenedores deberían recogerse cada 38 días. En caso que haya un robo o se realicen actos vandálicos como pintadas, no serían detectados hasta al cabo de muchos días. Estos hechos harían que la gente no confiara en el servicio, y no se donaría tanta ropa.

Por lo tanto, debido a esto, no se harán recogidas óptimas en la mayoría de casos. Sin embargo, sí que es posible mejorar la situación actual. Para este caso, una recogida de todos los contenedores cada 13 días podría ser la solución para optimizar el servicio.

En este caso, los tres tipos de contenedores que nos encontramos en la ruta, se recogerían con las siguientes saturaciones:

- Contenedores que actualmente cuentan con 3 recogidas semanales (12 contenedores) se recogerían cada 13 días al 76,55%, lo que supondría un total de 3.628,5 kilos.
- Contenedores que actualmente cuentan con 2 recogidas semanales (57 contenedores) se recogerían cada 13 días al 51,03%, lo que supondría un total de 11.490,5 kilos.
- Contenedores que actualmente cuentan con 1 recogida semanal (54 contenedores) se recogerían cada 13 días al 25,52%, lo que supondría un total de 5.442,81 kilos.

El total de kilos recogidos cada 13 días sería de 20.562 kilos, aproximadamente. Esto haría que, teniendo en cuenta las cargas máximas de cada medio de transporte, se tuviesen que realizar o bien 12 rutas de furgoneta, o bien 4 rutas de camión.

Dependiendo de si las recogidas se realizan en camión o en furgoneta, el tiempo de recogida de contenedores cambiará. En el caso de las furgonetas, se hará la misma hipótesis que en la zona Badalona, donde el tiempo de recogida aumenta hasta los 8 minutos por contenedor, al estar estos más llenos.

Sin embargo, para el caso de las rutas de camión, el tiempo disminuiría a 5 minutos por contenedor. Al haber tantos contenedores en ruta (31), y estar estos con un nivel de carga significativo, un solo operario debería levantar muchos kilos al final de su jornada, lo cual disminuiría su rendimiento, haciendo que tardara más en recoger los contenedores. Por tanto, se realiza la hipótesis de añadir un segundo operario para realizar las rutas de camión.

En base a los datos del Anexo A (página 57), se calculan los puntos de la Tabla 6.16:

Distancia media ida y vuelta	60,3 kilómetros
Tiempo medio ida y vuelta	58 minutos
Distancia media entre contenedores	3,36 kilómetros
Tiempo medio por kilómetro en ruta	1,67 minutos/km

Tabla 6.16 Datos medios para el cálculo de nuevas rutas zona Penedés

Una vez llegados a este punto, puede realizarse un análisis del coste de cada una de las opciones de ruta propuestas.

Furgoneta (12 viajes)

Con un total de 123 contenedores, y considerando que se dividirá en 12 rutas, el número de contenedores por cada una de ellas será de 12. Contando como se ha comentado anteriormente con un tiempo de 8 minutos por contenedor, y con los datos de la Tabla 6.16, se pueden calcular los costes en la Tabla 6.17.

Tiempo en la zona		163 minutos
Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		58 minutos
Kilómetros en la zona		40,3 kilómetros
Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		60,3 kilómetros
Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año	57,09 €
	Sueldo 16.000 €/año	43,76 €
Gastos asociados a los kilómetros		16,01 €
Total ruta furgoneta		73,19 € 59,77 €

Tabla 6.17 Costes asociados a 1 ruta de furgoneta

Camión (4 viajes)

Esta ruta, aunque con menos viajes, contará con 31 contenedores por ruta. Además, el tiempo medio por contenedor será de 5 minutos, pero el coste asociado al tiempo se verá duplicado, ya que habrá dos operarios por camión. La Tabla 6.18 muestra los costes de esta ruta.

Tiempo en la zona		329 minutos
Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		58 minutos
Kilómetros en la zona		104,16 kilómetros
Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		60,3 kilómetros
Gastos asociados al tiempo	2 sueldos 21.000 €/año	199,95 €
	2 sueldos 16.000 €/año	153,25 €
Gastos asociados a los kilómetros		50,6 €
Total ruta furgoneta		250,55 € 203,85 €

Tabla 6.17 Costes asociados a 1 ruta de camión

Por lo tanto, teniendo en cuenta periodicidades y costes de cada ruta, quedaría:

- Gastos 4 semanas con sueldo de 21.000 € anuales ruta furgoneta: 1.756,56 €
- Gastos 4 semanas con sueldo de 16.000 € anuales ruta furgoneta: 1.434,48 €
- Gastos 4 semanas con sueldo de 21.000 € anuales ruta camión: 2.004,4 €
- Gastos 4 semanas con sueldo de 16.000 € anuales ruta camión: 1.630,8 €

De estos datos puede verse como la opción que supone un máximo ahorro es la de realizar 12 rutas en furgoneta.

Así, el ahorro respecto al caso actual sin la instalación de sensores sería:

- Ahorro para sueldos de 21.000 € anuales: 2.273,16 € cada 28 días
- Ahorro para sueldos de 16.000 € anuales: 1.835,32 € cada 28 días

6.2.3 Gasto en sensores y mantenimiento

Al igual que en el caso anterior, es importante tener los contenedores con sensores instalados para evitar desbordamientos.

Se partirá de la hipótesis de que todos los contenedores que actualmente cuentan con 3 recogidas semanales (12 contenedores) deberán estar monitorizados. Además de estos contenedores, se instalarán sensores en el 30% de los contenedores que actualmente cuentan con 2 recogidas semanales (57 contenedores). El resto de contenedores no contarán con el sistema, ya que su nivel de llenado no es elevado. Con estas hipótesis, la instalación total será de 29 sensores.

Mediante el mismo procedimiento que anteriormente se ha usado, se calculará el coste de la instalación de sensores en la Tabla 6.18.

Proveedor	Inversión inicial	Coste mensual
Distromel	10.556 €	-
ID&A	11.310 €	166,75 €
Enevo - Equinord	6.358 €	6,08 €
Moba - Urbiótica	-	545,49 €
TST Sistemas	12.180 €	172,61 €
Wellness Telecom	7.733 €	147,9 €

Tabla 6.18 Costes derivados de la adquisición de sensores

6.2.4 Viabilidad de la implantación de sensores y retorno de la inversión

Este apartado analizará la viabilidad de implementar los sensores en esta zona. Para calcular cuándo se recuperará la inversión efectuada, igual que antes, se calculará el punto en el que el Valor Actual Neto (de ahora en adelante, VAN) del proyecto es mayor que 0, según la Ec. 6.1 de la página 40.

La Tabla 6.19 y la Tabla 6.20 muestran este valor para los diferentes proveedores, para sueldos de 21.000 y 16.000 € anuales, respectivamente.

	Inversión Inicial	Ahorro anual (A)	Gasto anual (B)	Flujo anual Q_n (A-B)	n
Distromel	10.556 €	29.551 €	-	29.551 €	0 años
ID&A	11.310 €	29.551 €	2.001€	27.550 €	0 años
Enevo - Equinord	6.358 €	29.551 €	72,96 €	29.478 €	0 años
Moba - Urbiótica	-	29.551 €	6.545,9 €	23.005 €	0 años
TST Sistemas	12.180 €	29.551 €	2.071,3 €	27.480 €	0 años
Wellness Telecom	7.733 €	29.551 €	1.774,8 €	27.776 €	0 años

Tabla 6.19 Tiempo a partir del cual es rentable la inversión, con sueldos de 21.000 € anuales

	Inversión Inicial	Ahorro anual (A)	Gasto anual (B)	Flujo anual Q_n (A-B)	n
Distromel	10.556 €	23.859 €	-	23.859 €	0 años
ID&A	11.310 €	23.859 €	2.001€	21.858 €	0 años
Enevo - Equinord	6.358 €	23.859 €	72,96 €	23.786 €	0 años
Moba - Urbiótica	-	23.859 €	6.545,9 €	17.313 €	0 años
TST Sistemas	12.180 €	23.859 €	2.071,3 €	21.788 €	0 años
Wellness Telecom	7.733 €	23.859 €	1.774,8 €	22.084 €	0 años

Tabla 6.20 Tiempo a partir del cual es rentable la inversión, con sueldos de 16.000 € anuales

Así, puede verse como con todos los proveedores de sensores se empiezan a obtener beneficios el mismo año de su implementación, ya que la ruta actual de recogida en esta zona está muy poco optimizada.

7. IMPACTO AMBIENTAL

Es importante, a la hora de realizar cualquier proyecto, concienciarse del impacto ambiental que éste tiene, ya sea positivo o negativo.

La contaminación es cada vez mayor, y los recursos naturales disponibles disminuyen a un alto ritmo en nuestra sociedad. Además, en núcleos donde hay un número elevado de habitantes, es habitual que el tránsito sea elevado, causando una mayor contaminación acústica.

En el punto 6 del proyecto, durante el análisis del posible ahorro de costes, se han estudiado las distancias recorridas en cada ruta, y la distancia recorrida en las nuevas rutas propuestas.

Se podrá deducir, para cada una de las rutas, el ahorro en combustible que supone el cambio. Aparte del beneficio económico, dado que el petróleo es un recurso no renovable, cualquier ahorro será considerado positivamente.

Así, como puede verse en la Tabla 7.1, se muestra el resumen anual del kilometraje de las rutas, el ahorro del mismo, y cómo afecta esto al combustible.

	Zona Badalona	Zona Penedés
Kilometraje actual [km]	19.468,8	63.845,6
Kilometraje tras cambios propuestos [km]	15.941,2	28.972,8
Ahorro kilométrico [km]	3.527,6	34.872,8
Consumo combustible [l/100 km]	24,8	12
Ahorro [l]	875	4.185

Tabla 7.1 Tabla de ahorro kilométrico y de combustible

El consumo de combustible, se obtiene de la Tabla 5.2 (página 28). Se considerará, para la zona Penedés, el consumo de las furgonetas, ya que las nuevas rutas se harán así. En cambio, en la zona Badalona, se hará una media considerando que el 8,5% del kilometraje se hace en furgoneta, y el resto en camión (en base a las nuevas rutas planteadas).

Esto hace un ahorro total de 5.060 litros de combustible anuales.

Aparte del ahorro en combustible, estas medidas suponen también un ahorro en emisiones de gases contaminantes. Las mismas, dependerán de la antigüedad del vehículo y el estado del mismo. Pero para tener un dato respecto al cual orientarse, se considerarán las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

Si se analiza uno de los mejores marcos de estudio posibles, se debe considerar que todo el ahorro de kilometraje es de furgonetas (ya que emiten menos CO₂). Además, se tomará como dato de partida el escenario que plantea la Unión Europea para 2020, y es que las emisiones en furgonetas sean de 147 gramos por kilómetro como máximo. Es decir, las emisiones máximas permitidas actuales son mayores. Pese a ello, suponiendo estas hipótesis como válidas, el ahorro anual sería de 5,64 toneladas de dióxido de carbono menos emitidas anualmente.

Además de estos beneficios, se debe considerar que al hacer menos kilómetros, la contaminación acústica en los núcleos poblados será menor, debido a la menor frecuencia de paso de los vehículos de recogida.

En cuanto al sensor en sí, la instalación puede hacerse mediante imanes, en la propia ruta de recogida, tras haber analizado el punto idóneo de colocación para cada tipo de contenedor. Esto no causa contaminación más allá de la propia fabricación del mismo, que escapa al alcance de este proyecto, pero que el fabricante de los sensores tendrá en cuenta.

Lo que sí hay que considerar es el deshacerse de las baterías. Estos medios de almacenamiento de energía son muy contaminantes, y deben desecharse en puntos destinados a ellos, para el correcto procesado de las mismas, y que el impacto ambiental sea el menor posible. Al margen de esto, las baterías se cambiarían cada 6 años como mínimo, así que podría asumirse esto, viendo los ahorros que supone el proyecto en cuanto a emisiones y consumo de combustible.

8. CONCLUSIONES

A lo largo del proyecto, se han analizado las situaciones actuales de recogida de residuos, y las posibles vías de actuación para mejorarlas. Se ha visto que las rutas no están suficientemente optimizadas, y que la instalación de sensores ultrasónicos es una solución tanto económica como ambientalmente viable.

En el caso de la primera zona analizada, la de Badalona, se detecta un ahorro de 132,14 €, en el mejor de los casos, cada 28 días. Y la inversión se recuperaría, también en el mejor de los casos, a partir del año siguiente de la implementación de la solución.

Sin embargo, el ahorro es mucho mayor en la zona del Penedés, pudiendo llegar a ser este de 2.273,16 € cada 28 días. Y en todos los casos, la inversión se recupera el mismo año en que se implementan los sensores.

Por lo tanto, se puede deducir que:

- Para las zonas con altas densidades de población, donde la distancia entre contenedores no es muy elevada, la instalación de sensores es viable. Sin embargo, pese a haber ahorro, hay poco margen de mejora, con lo cual un ligero cambio de casuística podría no hacer la opción viable. Por lo tanto, en el caso de querer extrapolar la solución a otras zonas que puedan asimilarse a la de Badalona, deberá realizarse un meticuloso análisis para determinar la viabilidad del proyecto.
- Para las zonas en que la densidad de población es menor y la distancia entre contenedores aumenta, la instalación de sensores también es viable. Además, el margen de mejora es muy amplio, lo cual hace que algún cambio en la gestión, pese a poder afectar en cuanto al ahorro, es altamente probable que la implementación de sensores siga siendo viable.

Además, destacar el positivo impacto ambiental de la propuesta, que reduce notablemente las emisiones anuales, y el ahorro de consumo de combustible que supone.

Entre los 3 proveedores que serían viables en ambos tipos de zona, deberían hacerse pruebas para determinar de cuál de ellos se obtiene una información más clara y fiable.

Por lo tanto, todo esto hace que la instalación de sensores para la monitorización del llenado de los contenedores de ropa usada sea una opción altamente recomendable.

9. AGRADECIMIENTOS

Este proyecto no habría sido posible sin la ayuda de la gente que ha estado dándome apoyo, y que ha aportado su granito de arena para ofrecerme toda la información que les ha sido posible.

En primer lugar, agradecer a Roba Amiga, y más en concreto a la fundación Formació i Treball, que me recibieron en sus instalaciones, permitiéndome conocer su manera de trabajar y a la gente que dedica su día a día a la recogida y selección de la ropa. Y sobre todo, a Ágata Miquel Josa, por darme a conocer los datos de las recogidas y por haberme dedicado parte de su tiempo atendiendo a mis dudas, tanto en mis visitas como por correo.

En segundo lugar, agradecer a la Fundación Humana, tanto de la zona de Barcelona como de la zona de Sevilla, por mostrarse muy participativos, con ganas de ayudar, y facilitarme contactos de proveedores.

Agradecer también a Jose Antonio Cabo y a Carlos Velo Carrasco, de Wellness Telecom. Gracias al tiempo que han dedicado a atender mis llamadas me ha sido posible entender el funcionamiento de los sensores, además de proporcionarme información referente a la situación actual del mercado de los mismos.

Agradecer también el apoyo de familiares y amigos, que siempre me han mostrado su apoyo en los momentos de más carga de faena.

Y por último, dar las gracias a mi tutor del proyecto, Jordi Costa, quien me brindó la oportunidad de realizar el proyecto con él, pese a saber que no disponíamos de mucho tiempo, y que por ello ha dedicado tiempo fuera de su jornada laboral para ayudarme. Además de su constante revisión del trabajo realizado y su rápidas respuestas.

¡Gracias!

10. BIBLIOGRAFÍA

Con tal de obtener los datos necesarios para la realización del proyecto, se han consultado las siguientes fuentes de información:

- PÉREZ DE DIEGO, D. *Sensores de distancia por ultrasonidos*. Alcalá, Seminario de diseño y construcción de micro-robots, 2006.
- CARLETTI, E. *Sensores: Conceptos Generales. Descripción y funcionamiento*. [http://robots-argentina.com.ar/Sensores_general.htm]
- MIQUEL JOSA, ÁGATA. Técnica Programa Roba Amiga. Comunicación personal, en Sant Esteve de Sesrovires, 27 de Octubre de 2016, y vía correo electrónico, sobre la gestión de la ropa usada.
- Catálogos Técnicos de los sensores ultrasónicos de las marcas: DISTROMEL, ID&A, ENEVO-EQUINORD, MOBA-URBIÓTICA, TST SISTEMAS.
- CABO VALDÉS, J. ANTONIO. Product Manager de Wellness Telecom. Comunicación personal vía llamadas telefónicas sobre el funcionamiento y principales problemáticas de los sensores.
- VELO, CARLOS. Responsable Comercial de Wellness Telecom. Comunicación personal vía llamadas telefónicas y correo electrónico sobre los costes de los sensores ultrasónicos.
- MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL LEGISLATIVO/1/1995 [www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-1989, Febrero 2015]
- MINISTERIO DE FOMENTO. Secretaría de estado de infraestructuras, transporte y vivienda. Dirección general de transporte terrestre. *Observatorio de costes del transporte de mercancías por carretera*. Enero 2015.
- Límite para las emisiones de CO₂ de las furgonetas. (15 de diciembre 2010). El Mundo. Recuperado de www.elmundo.es
- GOOGLE (s.f.) Mapa de Cataluña, España en Google maps. [www.google.es/maps/@41.4568616,1.6803064,10z]
- GENERALITAT DE CATALUNYA. *Institut d'Estadística de Catalunya*. <http://www.idescat.cat/es/>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA [www.ine.es]

ANEXO A. RUTAS DE RECOGIDA POR ZONA

En este anexo se indicarán las distintas rutas que tiene actualmente asignadas la fundación Roba Amiga. En las diferentes rutas, separadas por zonas, podrá verse el código del contenedor, municipio donde se encuentra y dirección del contenedor. Luego, se indicará la distancia total (aproximada) considerando salida y origen la planta de Sant Esteve de Sesrovires (se indica distancia y tiempo de este trayecto). También aparecerá el tiempo destinado a hacer la ruta (aproximado). Estos dos últimos datos dependen de la situación del tráfico. Por último, se le sumará un tiempo aproximado de 7 minutos por contenedor al tiempo de ruta (dato proporcionado por Roba Amiga), que incluye:

- Aproximación al contenedor.
- Comprobación del estado del contenedor y anotaciones de posibles actos vandálicos
- Apertura y recogida de ropa del interior del contenedor.
- Carga de la furgoneta o camión
- Limpieza básica del contenedor en caso de ser necesaria

A.1 Zona Badalona

Día: Martes

Código	Municipio	Dirección
BADG018	Badalona	Av. Martí i Pujol, 218
BADG017	Badalona	Pl. Medicina, s/n
BADG035	Badalona	C. Seu d'Urgell, 69
BADG016	Badalona	C. Francesc Layret
BADG011	Badalona	Av. Martí Pujal
BADG006	Badalona	C. Güell i Ferrer, s/n
BADG007	Badalona	C. Llefià, 1-7
BADG027	Badalona	C. Llefià, 1-7
BADG001	Badalona	Av. Alfons XIII,
BADG034	Badalona	Av. Alfons XIII
BADG010	Badalona	C. Joan Peiró, 10
BADG013	Badalona	c. Pompeu Fabra
BADG002	Badalona	Pl. Enric Morera
BADG036	Badalona	Pl. Enric Morera
BADG019	Badalona	Parc Torrents Lladó
BADG020	Badalona	C. Nou Cases
BADG022	Badalona	Pg. Olof Palme
BADG024	Badalona	Pl. Alcalde Joan Manent

Tabla A.1 Ruta contenedores zona Badalona martes

Tiempo de ruta: 160 minutos (77 en trayecto)

Tiempo total: 286 minutos

Distancia total: 121,6 kilómetros (98,8 en trayecto)

Día: Jueves

Código	Municipio	Dirección
BADG018	Badalona	Av. Martí i Pujol, 218
BADG004	Badalona	Av. Congrés Eucarístic, s/n
BADG001	Badalona	Av. Alfons XIII,
BADG034	Badalona	Av. Alfons XIII
BADG007	Badalona	C. Llefià, 1-7
BADG027	Badalona	C. Llefià, 1-7
BADG026	Badalona	Av. Marquès de Sant Mori s/n
BADG024	Badalona	Pl. Alcalde Joan Manent
BADG021	Badalona	Av. Catalunya
BADG032	Badalona	Av. Catalunya, 62-64
BADG015	Badalona	Rbla. San Joan, 55-57
BADG031	Badalona	C. Sant Jeroni de la Murtra, 60
BADG008	Badalona	C. Luxemburg, s/n
BADG005	Badalona	Pl. Roca i Pi, 1
BADG017	Badalona	Pl. Medicina, s/n
BADG013	Badalona	c. Pompeu Fabra
BADG003	Badalona	Av. Cerdanya, s/n
BADG009	Badalona	Av. Cerdanya, s/n
BADG025	Badalona	Av. Cerdanya, s/n

Tabla A.2 Ruta contenedores zona Badalona jueves

Tiempo de ruta: 186 minutos (82 en trayecto)

Tiempo total: 319 minutos

Distancia total: 140 kilómetros (103,3 en trayecto)

Día: Viernes

Código	Municipio	Dirección
BADG022	Badalona	Pg. Olof Palme
BADG019	Badalona	Parc Torrents Lladó
BADG020	Badalona	C. Nou Cases
BADG011	Badalona	Av. Martí Pujal
BADG016	Badalona	C. Francesc Layret
BADG010	Badalona	C. Joan Peiró, 10
BADG002	Badalona	Pl. Enric Morera
BADG001	Badalona	Av. Alfons XIII,
BADG034	Badalona	Av. Alfons XIII

Tabla A.3 Ruta contenedores zona Badalona viernes

Tiempo de ruta: 112 minutos (81 en trayecto)

Tiempo total: 175 minutos

Distancia total: 112,8 kilómetros (99 en trayecto)

RESUMEN ZONA BADALONA

Total contenedores	29
Contenedores con recogida semanal	14
Contenedores con 2 recogidas a la semana	13
Contenedores con 3 recogidas a la semana	2
Tiempo total aproximado semanal	780 min (13 horas)
Distancia total aproximada semanal	374,4 kilómetros

Tabla A.4 Resumen contenedores zona Badalona

A.2 Zona Penedés

Día: Lunes (1)

Código	Municipio	Dirección
APEG2001	Santa Mardarida i els Monjos	Av. Cal Salines
APEG1901	Santa Mardarida i els Monjos	C. Sant Joan
APEG1801	Santa Mardarida i els Monjos	av. Tres Pins
APEG401	Castellví de la Marca	Av. Catalunya c. Mediterrani
VLFG005	Vilafranca del Penedès	Carretera de Moja, 12
VLFG006	Vilafranca del Penedès	Av. Lluís Companys, 53
VLFG012	Vilafranca del Penedès	Av. Garraf, 28
VLFG014	Vilafranca del Penedès	C. Francesc de Paula Bové, 3
VLFG007	Vilafranca del Penedès	C. Bisbe Morgades, 2
VLFG013	Vilafranca del Penedès	C. Rafael Soler / General Cortijo
VLFG008	Vilafranca del Penedès	C. Beneficència, 2
VLFG009	Vilafranca del Penedès	C. Sant Jaume, 20
VLFG010	Vilafranca del Penedès	Pl. Abad Blanch, 2
VLFG011	Vilafranca del Penedès	C. Santa Clara 17-19
VLFG004	Vilafranca del Penedès	C. Espirall, s/n
VLFG016	Vilafranca del Penedès	C. Espirall, s/n
APEG1201	Subirats	C. del Parc
APEG1101	Subirats	C. de les Escoles
APEG1001	Subirats	C. de les Escoles
APEG902	Sant Quintí de Mediona	Av. Catalunya cantonada c. Joan Amades
APEG901	Sant Quintí de Mediona	Pl. de la Pallissa Roja
APEG2101	Sant Pere de Riudebitlles	C. Pirineu
APEG1401	Torrelavit	c. Puigmal
SSG002	Sant Sadurní d'Anoia	C. de les Flors
SSG013	Sant Sadurní d'Anoia	C. d'Alacant, 66
SSG001	Sant Sadurní d'Anoia	C. d'Alacant, 26
SSG012	Sant Sadurní d'Anoia	C. Montardit, s/n
SSG003	Sant Sadurní d'Anoia	Pg. Can Ferrer del Mas
SSG004	Sant Sadurní d'Anoia	C. Gelida
SSG006	Sant Sadurní d'Anoia	Pl. del Pont Romà
SSG007	Sant Sadurní d'Anoia	Pl. Manuel Raventós

Tabla A.5 Ruta contenedores zona Penedés lunes (1)

Tiempo de ruta: 222 minutos (60 en trayecto)

Tiempo total: 439 minutos

Distancia total: 147,1 kilómetros (57,1 en trayecto)

Día: Lunes (2)

Código	Municipio	Dirección
SSG008	Sant Sadurní d'Anoia	Pl. Montseny
SSG009	Sant Sadurní d'Anoia	Pàrquing del Centre
SSG010	Sant Sadurní d'Anoia	C. Joan Maragall cantonada c. Mestre Antoni Torelló
SSG011	Sant Sadurní d'Anoia	C. Mercè Rodoreda cantonada Camí dels Paperers
SSG014	Sant Sadurní d'Anoia	Carretera de Masquefa - BV-2241 p.K. 1,2
PIEG006	Piera	C. Rambla Piera, 58
PIEG007	Piera	Camí Romeu - C. Noguera
PIEG002	Piera	C.Llobregat, 11
PIEG003	Piera	C. Dr. Gomis, 19
PIEG004	Piera	C. Josep Vidal Munné, 43
PIEG005	Piera	Pl. Generalitat, 1
PIEG001	Piera	C. Gaudí, 4
PIEG008	Piera	C. Lleó - C. Virgo
SESG004	Sant Esteve de Sesrovires	Av. Vallserat
SESG003	Sant Esteve de Sesrovires	Escola Nova
SESG001	Sant Esteve de Sesrovires	Passeig de les Oliveres

*Tabla A.6 Ruta contenedores zona Penedés lunes (2)***Tiempo de ruta:** 145 minutos (24 en trayecto)**Tiempo total:** 257 minutos**Distancia total:** 88,7 kilómetros (23 en trayecto)**Día:** Martes (1)

Código	Municipio	Dirección
VNKG017	Vilanova i la Geltrú	C. Crespellins
VNKG014	Vilanova i la Geltrú	Av. Vilafranca del Penedes
VNKG013	Vilanova i la Geltrú	C.Ca l'Escoda
VNKG011	Vilanova i la Geltrú	C. La Turbina
VNKG009	Vilanova i la Geltrú	C. Josep Coroleu
VNKG027	Vilanova i la Geltrú	C. Josep Coroleu
VNKG022	Vilanova i la Geltrú	Jardins de Francesc Macià
VNKG005	Vilanova i la Geltrú	C. Pelegrí Ballester
VNKG030	Vilanova i la Geltrú	C. vapor
VNKG012	Vilanova i la Geltrú	C. La Unió
VNKG016	Vilanova i la Geltrú	Av. Penedès
VNKG020	Vilanova i la Geltrú	C. Sebastia Gumà
VNKG003	Vilanova i la Geltrú	Rda. d'Europa, s/n
VNKG015	Vilanova i la Geltrú	Av. de Cubelles
VNKG028	Vilanova i la Geltrú	Av. de Cubelles

VNGG004	Vilanova i la Geltrú	C. Dr. Zamenhof
VNGG024	Vilanova i la Geltrú	C. Dr. Zamenhof
SPRG003	Sant Pere de Ribes	C. Foix
SPRG001	Sant Pere de Ribes	Pl. de l'Església
SPRG008	Sant Pere de Ribes	Av. del Montseny
SPRG010	Sant Pere de Ribes	C. Miquel Servet
SPRG009	Sant Pere de Ribes	C. Boters
SPRG006	Sant Pere de Ribes	C. Sitges
SPRG004	Sant Pere de Ribes	Pg. Circumval·lació
SPRG007	Sant Pere de Ribes	C. Cardenal Fra Vicenç
SPRG002	Sant Pere de Ribes	C. Carç
SITG001	Sitges	C. Magí Albert Cassanyes costat crta. Sant Pere de Ribes
SITG016	Sitges	Av. Camí del Capellans, 75
SITG015	Sitges	C. Isaac Peral

Tabla A.7 Ruta contenedores zona Penedés martes (1)

Tiempo de ruta: 218 minutos (85 en trayecto)

Tiempo total: 421 minutos

Distancia total: 157,5 kilómetros (96,8 en trayecto)

Día: Martes (2)

Código	Municipio	Dirección
SITG004	Sitges	C. Crespellins
SITG019	Sitges	Av. Vilafranca del Penedes
SITG010	Sitges	C.Ca l'Escoda
SITG006	Sitges	C. La Turbina
SITG009	Sitges	C. Josep Coroleu
CAPG003	Sitges	C. Josep Coroleu

Tabla A.8 Ruta contenedores zona Penedés martes (2)

Tiempo de ruta: 112 minutos (89 en trayecto)

Tiempo total: 154 minutos

Distancia total: 112,4 kilómetros (101,9 en trayecto)

Día: Miércoles (1)

Código	Municipio	Dirección
APEG201	Olèrdola	C.Camp de Moja
APEG202	Olèrdola	Pg. Vil·la Maimona
APEG801	Sant Cugat Sesgarrigues	Pl. de les Eres
APEG2401	Avinyonet del Penedès	C. Carme
VLFG004	Vilafranca del Penedès	C. Espirall, s/n
VLFG016	Vilafranca del Penedès	C. Espirall, s/n
VLFG011	Vilafranca del Penedès	C. Santa Clara 17-19
VLFG010	Vilafranca del Penedès	Pl. Abad Blanch, 2
VLFG008	Vilafranca del Penedès	C. Beneficència, 2
VLFG009	Vilafranca del Penedès	C. Sant Jaume, 20
VLFG014	Vilafranca del Penedès	C. Francesc de Paula Bové, 3
VLFG007	Vilafranca del Penedès	C. Bisbe Morgades, 2
VLFG013	Vilafranca del Penedès	C. Rafael Soler / General Cortijo
VLFG005	Vilafranca del Penedès	Carretera de Moja, 12
VLFG006	Vilafranca del Penedès	Av.Lluís Companys, 53
VLFG012	Vilafranca del Penedès	Av. Garraf, 28
CANG005	Canyelles	C. Muntanya de mar
CANG001	Canyelles	Av. Asturies, 1
CANG003	Canyelles	Urb. California
CANG002	Canyelles	C. Major
CANG004	Canyelles	Polígon Cires
APEG203	Olèrdola	Av. Catalunya
APEG2201	Sant Martí Sarroca	C. Berguedà
APEG2202	Sant Martí Sarroca	C. Berguedà
APEG2301	Pacs del Penedès	Av. Diputació, 1-3
APEG101	Vilobí del Penedès	Pl. Vila
APEG701	Cabanyes	C. Trenta-Quatre cantonada C. Trenta-Tres
APEG601	Granada	C. Josep Maria Font, 1
APEG501	Santa Fe del Penedès	C. les Escoles
APEG1501	Puigdàlber	Pl. de la Vila, 1

*Tabla A.9 Ruta contenedores zona Penedés miércoles (1)***Tiempo de ruta:** 239 minutos (48 en trayecto)**Tiempo total:** 449 minutos**Distancia total:** 151,7 kilómetros (40,3 en trayecto)**Día: Miércoles (2)**

Código	Municipio	Dirección
APEG301	Pla del Penedès	Pl. Catalunya
APEG902	Sant Quintí de Mediona	Av. Catalunya cantonada c. Joan Amades
APEG901	Sant Quintí de Mediona	Pl. de la Pallissa Roja
APEG2101	Sant Pere de Riudebitlles	C. Pirineu
APEG1401	Torrelavit	C. Puigmal

Tabla A.10 Ruta contenedores zona Penedés miércoles (2)

Tiempo de ruta: 88 minutos (54 en trayecto)

Tiempo total: 123 minutos

Distancia total: 72,1 kilómetros (50,7 en trayecto)

Día: Jueves (1)

Código	Municipio	Dirección
SITG014	Sitges	Port Ginesta
SITG003	Sitges	Pg Marítim Les Botigues
SITG013	Sitges	Pl. Alcalde Guell
SITG001	Sitges	Pàrquing Estació RENFE
SITG018	Sitges	C. Magí Albert Cassanyes costat crta. Sant Pere de Ribes
SITG016	Sitges	Pg. Sant Dídac
SITG012	Sitges	Av. Camí del Capellans, 75
SITG015	Sitges	C. Ramón de Dalmases i c. Mestre Manel Torrents
SITG005	Sitges	C. Isaac Peral
SITG008	Sitges	Pg. Dr. Gaietà Benaprés
SITG007	Sitges	Pg. de Vilanova i C. Francesc Armengol
SITG017	Sitges	Pl. A. García Munté
SITG004	Sitges	C. Samuel Barrachina, s/n
SITG019	Sitges	Pl. Sant Joan Baptista
SITG010	Sitges	Pl. Sant Joan Baptista
SITG006	Sitges	C. Gabriel Pallarès cantonada c. Sinia Morera
SITG011	Sitges	C. Creu Roja
CUBG006	Cubelles	C. Sumella
CUBG001	Cubelles	C. Clavell, 1
CUBG005	Cubelles	C. Moli de Baix, 1
CUBG007	Cubelles	Pl. Catalunya, 1
CUBG002	Cubelles	Av. Onze de Setembre, 1
CUBG009	Cubelles	Av. Onze de Setembre, 1
CUBG008	Cubelles	Ctra. Comarcal, 246
SSG002	Sant Sadurní d'Anoia	C. Miquel Servet
SSG013	Sant Sadurní d'Anoia	C. de les Flors
SSG001	Sant Sadurní d'Anoia	C. d'Alacant, 66
SSG012	Sant Sadurní d'Anoia	C. d'Alacant, 26
SSG003	Sant Sadurní d'Anoia	C. Montardit, s/n

SSG004	Sant Sadurní d'Anoia	Pg. Can Ferrer del Mas
SSG006	Sant Sadurní d'Anoia	C. Gelida

Tabla A.11 Ruta contenedores zona Penedés jueves (1)

Tiempo de ruta: 245 minutos (51 en trayecto)

Tiempo total: 462 minutos

Distancia total: 175,4 kilómetros (64 en trayecto)

Día: Jueves (2)

Código	Municipio	Dirección
SSG007	Sant Sadurní d'Anoia	Pl. del Pont Romà
SSG008	Sant Sadurní d'Anoia	Pl. Manuel Raventós
SSG009	Sant Sadurní d'Anoia	Pl. Montseny
SSG010	Sant Sadurní d'Anoia	Pàrquing del Centre
SSG011	Sant Sadurní d'Anoia	C. Joan Maragall cantonada c. Mestre Antoni Torelló
PIEG004	Piera	C. Josep Vidal Munné, 43
PIEG001	Piera	C. Gaudí, 4
PIEG005	Piera	Pl. Generalitat, 1
PIEG002	Piera	C.Llobregat, 11
PIEG003	Piera	C. Dr. Gomis, 19
PIEG009	Piera	C. Copèrnic, 12

Tabla A.12 Ruta contenedores zona Penedés jueves (2)

Tiempo de ruta: 118 minutos (40 en trayecto)

Tiempo total: 195 minutos

Distancia total: 74,3 kilómetros (34,4 en trayecto)

Día: Viernes (1)

Tabla
Ruta

Código	Municipio	Dirección
VLFG004	Vilafranca del penedés	C. Espirall, s/n
VLFG016	Vilafranca del penedés	C. Espirall, s/n
VLFG011	Vilafranca del penedés	C. Santa Clara 17-19
VLFG010	Vilafranca del penedés	Pl. Abad Blanch, 2
VLFG008	Vilafranca del penedés	C. Beneficència, 2
VLFG009	Vilafranca del penedés	C. Sant Jaume, 20
VLFG014	Vilafranca del penedés	C. Francesc de Paula Bové, 3
VLFG007	Vilafranca del penedés	C. Bisbe Morgades, 2
VLFG013	Vilafranca del penedés	C. Rafael Soler / General Cortijo
VLFG005	Vilafranca del penedés	Carretera de Moja, 12
VLFG006	Vilafranca del penedés	Av.Lluís Companys, 53
VLFG012	Vilafranca del penedés	Av. Garraf, 28
VNGG017	Vilanova i la Geltrú	C. Crespellins
VNGG014	Vilanova i la Geltrú	Av. Vilafranca del Penedes
VNGG013	Vilanova i la Geltrú	C.Ca l'Escoda
VNGG011	Vilanova i la Geltrú	C. La Turbina
VNGG009	Vilanova i la Geltrú	C. Josep Coroleu
VNGG027	Vilanova i la Geltrú	C. Josep Coroleu
VNGG002	Vilanova i la Geltrú	Jardins de Francesc Macià
VNGG022	Vilanova i la Geltrú	Jardins de Francesc Macià
VNGG005	Vilanova i la Geltrú	C. Pelegrí Ballester
VNGG025	Vilanova i la Geltrú	C. Pelegrí Ballester
VNGG030	Vilanova i la Geltrú	C. Vapor
VNGG012	Vilanova i la Geltrú	C. La Unió
VNGG016	Vilanova i la Geltrú	Av. Penedès
VNGG020	Vilanova i la Geltrú	C. Sebastia Gumà
VNGG003	Vilanova i la Geltrú	Rda. d'Europa, s/n
VNGG015	Vilanova i la Geltrú	Av. de Cubelles
VNGG028	Vilanova i la Geltrú	Av. de Cubelles
VNGG004	Vilanova i la Geltrú	C. Dr. Zamenhof
VNGG024	Vilanova i la Geltrú	C. Dr. Zamenhof

A.13

contenedores zona Penedés viernes (1)

Tiempo de ruta: 172 minutos (76 en trayecto)

Tiempo total: 389 minutos

Distancia total: 118,3 kilómetros (79 en trayecto)

Día: Viernes (2)

Tabla A.14

Código	Municipio	Dirección
SPRG006	Sant Pere de Ribes	C. Sitges
SPRG004	Sant Pere de Ribes	Pg. Circumval·lació
SPRG007	Sant Pere de Ribes	C. Cardenal Fra Vicenç
SPRG002	Sant Pere de Ribes	C. Carç
SPRG003	Sant Pere de Ribes	C. Foix
SPRG001	Sant Pere de Ribes	Pl. de l'Església
SPRG008	Sant Pere de Ribes	Av. del Montseny
SPRG010	Sant Pere de Ribes	C. Miquel Servet
SESG005	Sant Esteve de Sesrovires	Ca n'Amat
SESG003	Sant Esteve de Sesrovires	Escola Nova
SESG001	Sant Esteve de Sesrovires	Passeig de les Oliveres
SESG004	Sant Esteve de Sesrovires	Av. Vallserrat

Ruta

*contenedores zona Penedés viernes (2)***Tiempo de ruta:** 162 minutos (54 en trayecto)**Tiempo total:** 253 minutos**Distancia total:** 130,3 kilómetros (55,7 en trayecto)**TOTAL ZONA PENEDÉS**

Total contenedores	123
Contenedores con recogida semanal	54
Contenedores con 2 recogidas a la semana	57
Contenedores con 3 recogidas a la semana	12
Tiempo total aproximado semanal	3142 min (52 horas)
Distancia total aproximada semanal	1227,8 kilómetros

Tabla A.15 Resumen contenedores zona Penedés

ANEXO B. DATOS DE LOS DIFERENTES MUNICIPIOS

En este anexo, se muestran, por municipio, el número de contenedores, de habitantes, superficie, densidad de población y habitantes por contenedor.

Datos obtenidos del Instituto de Estadística de Cataluña (Idescat), actualizados en 2016.

Municipio	Nº cont.	Población [habitantes]	Superficie [km²]	Densidad de población [habitantes/km²]	Hab. por cont.
Avinyonet del Penedès	1	1.665	29,1	58	1.665
Badalona	29	215.634	21,2	10.172	7.436
Les Cabanyes	1	943	1,1	858	943
Canyelles	5	4.407	14,2	311	882
Castellví de la Marca	1	1.545	28,4	55	1.545
Cubelles	7	14.608	13,5	1.083	2.087
La Granada	1	2.091	6,5	322	2.091
Olèrdola	3	3.529	30,1	118	1.177
Pacs del Penedès	1	894	6,3	142	894
Piera	9	15.001	57,2	263	1.667
El Pla del Penedès	1	1.253	9,6	131	1.253
Puigdàlber	1	512	0,4	1.280	512
Sant Cugat de Sesgarrigues	1	973	6,2	157	973
Sant Esteve de Sesrovires	4	7.644	18,6	411	1.911
Sant Martí Sarroca	2	3.099	35,3	88	1.550
Sant Pere de Ribes	9	29.842	40,8	732	3.316
Sant Pere de Riudebitlles	1	2.369	5,4	439	2.369
Sant Quintí de Mediona	2	2.121	13,8	154	1.061
Sant Sadurní d'Anoia	13	12.654	19	666	974
Santa Fe del Penedès	1	374	3,4	110	374
Santa Margarida i els Monjos	3	7.360	17,2	428	2.454
Sitges	19	28.478	43,9	649	1.499
Subirats	3	2.997	55,9	54	999
Torrelavit	1	1.413	23,6	60	1.413
Vilafranca del Penedès	12	39.365	19,6	2.009	3.281
Vilanova i la Geltrú	20	65.972	34	1.941	3.299
Vilobí del Penedès	1	1.103	9,3	119	1.103

Tabla B.1 Datos demográficos de los diferentes municipios

ANEXO C. COSTES DE LAS RUTAS ZONA PENEDÉS

En este anexo se calcula el coste asociado a las rutas de la zona Penedés, de la misma manera que se han calculado las de la zona Badalona en la memoria del proyecto.

		Furgoneta
Lunes 1	Tiempo en la zona	379 min
	Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	60 min
	Kilómetros en la zona	90 km
	Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	57,1 km
	Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año 113,41 €
		Sueldo 16.000 €/año 86,92 €
	Gastos asociados a los kilómetros	23,4 €
Total lunes 1		136,81 € 110,32 €
Lunes 2	Tiempo en la zona	233 min
	Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	24 min
	Kilómetros en la zona	65,7 km
	Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	23 km
	Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año 66,39 €
		Sueldo 16.000 €/año 50,89 €
	Gastos asociados a los kilómetros	14,11 €
Total lunes 2		80,5 € 65 €
Martes 1	Tiempo en la zona	336 min
	Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	85 min
	Kilómetros en la zona	60,7 km
	Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	96,8 km
	Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año 108,76 €
		Sueldo 16.000 €/año 83,36 €
	Gastos asociados a los kilómetros	25,06 €
Total martes 1		133,82 € 108,42 €
Martes 2	Tiempo en la zona	65 min
	Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	89 min
	Kilómetros en la zona	10,5 km
	Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	101,9 km
	Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año 39,78 €
		Sueldo 16.000 €/año 30,49 €
	Gastos asociados a los kilómetros	17,88 €
Total martes 2		57,58 € 48,37 €
Miércoles 1	Tiempo en la zona	401 min
	Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	48 min
	Kilómetros en la zona	111,4 km
	Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)	40,3 km
	Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año 115,99 €
		Sueldo 16.000 €/año 88,9 €
	Gastos asociados a los kilómetros	24,14 €
Total miércoles 1		140,13 € 113,04 €

Miércoles 2	Tiempo en la zona		69 min
	Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		54 min
	Kilómetros en la zona		21,4 km
	Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		50,7 km
	Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año	31,77 €
		Sueldo 16.000 €/año	24,35 €
	Gastos asociados a los kilómetros		11,47 €
	Total miércoles 2		43,24 € 35,82 €
Jueves 1	Tiempo en la zona		411 min
	Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		51 min
	Kilómetros en la zona		111,4 km
	Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		64 km
	Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año	119,85 €
		Sueldo 16.000 €/año	91,48 €
	Gastos asociados a los kilómetros		27,91 €
	Total jueves 1		147,76 € 119,39 €
Jueves 2	Tiempo en la zona		155 min
	Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		40 min
	Kilómetros en la zona		39,9 km
	Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		34,4 km
	Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año	50,37 €
		Sueldo 16.000 €/año	38,61 €
	Gastos asociados a los kilómetros		11,82 €
	Total jueves 2		62,19 € 50,43 €
Viernes 1	Tiempo en la zona		313 min
	Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		76 min
	Kilómetros en la zona		39,3 km
	Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		79 km
	Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año	100,49 €
		Sueldo 16.000 €/año	77,02 €
	Gastos asociados a los kilómetros		18,82 €
	Total viernes 1		119,31 € 95,84 €
Viernes 2	Tiempo en la zona		199 min
	Tiempo desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		54 min
	Kilómetros en la zona		74,6 km
	Kilómetros en desplazamientos zona-planta (ida y vuelta)		55,7 km
	Gastos asociados al tiempo	Sueldo 21.000 €/año	65,36 €
		Sueldo 16.000 €/año	50,09 €
	Gastos asociados a los kilómetros		20,73 €
	Total viernes 2		86,09 € 70,82 €

Tabla C.1 Cálculo costes rutas zona Penedés

ANEXO D. PRESUPUESTO

En este capítulo quedan reflejados los diferentes costes de la realización del proyecto mostrado en el documento.

Se engloban los costes del equipamiento y software necesarios para la realización del proyecto, los costes de los desplazamientos que han sido necesarios para realizar la investigación oportuna para el correcto desarrollo del proyecto y la impresión del documento.

Por último se contemplan los gastos de personal, en base a las horas dedicadas. Se analizan tanto los asociados al estudiante que realiza el proyecto, como los que corresponden al director que supervisa dicho proyecto.

Todos estos costes pueden verse reflejados en la Tabla D.1.

Concepto	Cantidad	Coste
Ordenador	1 unidad	500 €
Microsoft Office licencia estudiante	1 unidad	119 €
Impresión y encuadernación del proyecto	1 unidad	70 €
Coste viajes para realizar investigación	2 desplazamientos	20 €
Coste horas director proyecto (40 €/hora)	30 horas	1.200 €
Coste horas estudiante (20 €/hora)	550 horas	11.000 €
Coste total del proyecto		12.909 €

Tabla D.1 Presupuesto del proyecto

Así, el coste total de la realización de este documento es de 12.909 €.

